



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Adsorción de la diatomita en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío,
Puente Piedra 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Jhovanny Juan Mendoza Melgarejo

ASESOR:

MSc. Wilber Quijano Pacheco

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es dedicado para mis maravillosos y magníficos padres Juan Mendoza Obregón y Dina Melgarejo López, por su apoyo incondicional para cumplir mis metas propuestas, por su comprensión, sus consejos y su confianza.

A mis amigables hermanas Janeth, Janela y para mi traviesa sobrina Zoe Emelyn, quienes están siempre presentes para seguir adelante y por alegrarme los días.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme estos 5 años de vida universitaria, para no declinar, permitiéndome cumplir con mis metas propuestas.

A la Universidad Cesar Vallejo, de la Sede Lima norte, por haberme brindado todas las herramientas necesarias durante mi formación universitaria.

A mis maestros de pregrado por su apoyo y enseñanza para desarrollarme profesionalmente.

A mis padres, por todo el apoyo que me brindaron de principio a fin, por ser el soporte para seguir adelante.

A mi asesor Wilber Quijano Pacheco por sus consejos y darme la confianza para seguir adelante en la última etapa universitaria y por sus enseñanzas en los asesoramientos del trabajo de investigación.

A todos ustedes. Gracias.

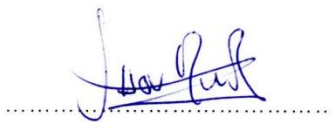
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Jhovanny Juan Mendoza Melgarejo** con DNI N° 48047871, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Titulaciones de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 21 de diciembre del 2018



Jhovanny Juan Mendoza Melgarejo

DNI: N° 48047871

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Presento ante ustedes la tesis titulada **“Adsorción de la diatomita en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018”** cuyo objetivo principal es generar tratamientos eficaces en aguas contaminadas, por ello se evalúa la adsorción de dos tipos de diatomita una natural y la otra modificada con FeCl_3 para la remoción del cromo (VI), en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación

Jhovanny Juan Mendoza Melgarejo

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Trabajos previos.....	4
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	9
1.4 Formulación del problema.....	17
1.5 Justificación del estudio.....	18
1.6 Hipótesis.....	18
1.7 Objetivo.....	19

II. MÉTODO.....	20
2.1 Diseño de investigación.....	20
2.2 Variables, operacionalización.....	21
2.3 Población y muestra.....	22
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.5 Métodos de análisis de datos.....	29
2.6 Aspectos éticos.....	30
III. RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN.....	47
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
VII. REFERENCIAS.....	51
VIII. ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de la diatomita.....	10
Tabla 2. Tipos de diatomita.....	12
Tabla 3. ECA – Agua, Categoría 3.....	17
Tabla 4. Operacionalización de las variables.....	21
Tabla 5. Muestras seleccionadas para la investigación.....	23
Tabla 6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
Tabla 7. Valoración de expertos.....	29
Tabla 8. Granulometría de la diatomita.....	31
Tabla 9. Color de la diatomita.....	31
Tabla 10. pH de la diatomita.....	32
Tabla 11. Rendimiento de la diatomita.....	32
Tabla 12. Resultado de la muestra inicial de Cr (VI).....	33
Tabla 13. Resultado de la muestra inicial de pH, C.E, O.D y Turbidez.....	33
Tabla 14. Resultado final del tratamiento T ₁ y T ₂ para Cr (VI).....	34
Tabla 15. Resultado final del tratamiento T ₁ y T ₂ para pH, C.E, O.D y Turbidez.....	35
Tabla 16. Determinación de la dosis óptima de la diatomita.....	39
Tabla 17. Determinación de la capacidad de adsorción de la diatomita.....	40
Tabla 18. Resultado estadístico ANOVA para Cr (VI).....	41
Tabla 19 Prueba de contraste Tukey para Cr (VI).....	42
Tabla 20. Resultado estadístico ANOVA para la dosis óptima.....	42

Tabla 21. Prueba de contraste Tukey para la dosis óptima.....	43
Tabla 22. Resultado estadístico ANOVA para pH.....	43
Tabla 23. Prueba de contraste Tukey para pH.....	44
Tabla 24. Resultado estadístico ANOVA para la conductividad eléctrica.....	44
Tabla 25. Prueba de contraste Tukey para la conductividad eléctrica.....	44
Tabla 26. Resultado estadístico ANOVA para el oxígeno disuelto.....	45
Tabla 27. Prueba de contraste Tukey para el oxígeno disuelto.....	45
Tabla 28. Resultado estadístico ANOVA para la turbidez.....	46
Tabla 29. Prueba de contraste Tukey para la turbidez.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Promedio de la concentración de Cr (VI).....	35
Gráfico 2. Promedio de la concentración de pH.....	36
Gráfico 3. Promedio de la concentración de la conductividad eléctrica.....	37
Gráfico 4. Promedio de la concentración del oxígeno disuelto.....	38
Gráfico 5. Promedio de la concentración de turbidez.....	38
Gráfico 6. Determinación promedio de la dosis óptima.....	39
Gráfico 7. Determinación promedio de la capacidad de adsorción.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diatomita en el Perú características y aplicaciones.....	09
Figura 2. Mapa de ubicación del canal de regadío.....	22
Figura 3. Procedimiento experimental del proceso de la diatomita.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de observación para la recolección de la diatomita.....	58
Anexo 2: Ficha de observación de las concentraciones de cromo (VI).....	59
Anexo 3: Validación de instrumentos.....	61
Anexo 4: Matriz de consistencia.....	64
Anexo 5: Estándar de Calidad Ambiental – Agua Categoría 3.....	65
Anexo 6: Análisis de Cromo (VI) del canal de regadío.....	69
Anexo 7: Análisis de los parámetros de pH, C.E, O.D y Turbidez.....	72
Anexo 8: Análisis de las características de la diatomita.....	73
Anexo 10: Puntos de contaminación.....	74
Anexo 11: Muestreo de la calidad del agua del canal de regadío.....	75
Anexo 12: Preparación de la diatomita.....	76
Anexo 13: Modificación de la diatomita con FeCl ₃	77
Anexo 9: Turnitin.....	78
Anexo 10: Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	79
Anexo 11: Acta de aprobación de tesis de originalidad de tesis.....	80

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal evaluar la remoción del Cr (VI) a través del proceso de adsorción, con el empleo de dos tipos de diatomita, una natural y la otra modificada con FeCl_3 , para así disminuir el cromo y brindar una nueva forma de tratar aguas contaminadas. Durante la preparación de la diatomita se realizaron una serie de etapas como el triturado, lavado, secado, tamizado y para la modificación se empleó FeCl_3 0.5M. La metodología utilizada fue el diseño de investigación tipo experimental con un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2 tratamientos por 3 dosis, siendo la diatomita natural (T_1) y la diatomita modificada con FeCl_3 (T_2), con dosis de 3, 5 y 10 g/l para cada tratamiento, granulometría de 180 μm , tiempo de contacto de 15 minutos y velocidad de agitación de 100 RPM. Al finalizar los tratamientos se demostró que el tratamiento T_1 (diatomita natural) presentó mejores resultados con dosis de 3 gramos obteniendo una remoción de Cr (VI) al 93.53% y el tratamiento T_2 (diatomita modificada con FeCl_3) el mejor resultado ocurrió con dosis de 3 gramos, obteniendo una remoción de cromo (VI) al 87.56%, quedando demostrado que los dos tipos de diatomita tienen alta capacidad de remoción de Cr (VI) en aguas de regadío.

Palabras claves: Adsorción, tipos de diatomita, tratamiento, cromo hexavalente.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to evaluate the removal of Cr (VI) through the adsorption process, with the use of two types of diatomite, one natural and the other modified with FeCl₃, in order to reduce chromium and provide a new form to treat contaminated water. The diatomite having a large surface area becomes a fundamental part of the adsorption process for the present investigation. During the preparation of the diatomite, a series of steps was carried out, such as grinding, washing, drying, sieving, and for the modification, FeCl₃ 0.5M was used. The methodology used was experimental research design with a completely randomized design (DCA) with 2 treatments, natural diatomite (T1) and diatomite modified with FeCl₃ (T2), with doses of 3, 5 and 10 g / l in each treatment, granulometry of 180 µm, contact time of 15 minutes and agitation speed of 100 RPM. At the end of the treatments it was demonstrated that the T1 treatment (natural diatomite) presented better results with doses of 3 grams obtaining a Cr (VI) removal at 93.53% and treatment T2 (diatomite modified with FeCl₃) the best result occurred with doses of 3 grams, obtaining a chrome (VI) removal at 87.56%, showing that both types of diatomite have a high capacity to remove Cr (VI) in irrigated waters.

Keywords: Adsorption, types of diatomite, treatment, hexavalent chromium.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata acerca del uso de la diatomita en el tratamiento de aguas de regadío contaminados con Cr (VI) en el distrito de Puente Piedra, debido que, en la actualidad una de las principales preocupaciones que existe es la contaminación de metales pesados en la cuenca del río Chillón a consecuencia de vertimientos de relaves mineros, aguas residuales industriales y el arrojo de desperdicios sólidos, por lo que el riego agrícola de la zona norte se encuentra amenazado por aguas de mala calidad.

Por otro lado, el consumo de la diatomita en el mercado nacional se basa principalmente en la exportación del mineral en bruto y la importación del mineral ya procesado para su uso en la industria nacional, principalmente en la elaboración de bebidas, siendo utilizado en la etapa de filtración, sin embargo, por sus características físicas como material filtrante se convierte en una opción para ser aplicados en otros campos. Es por ello, como alternativa de solución se planteó usar la diatomita natural y su modificación con FeCl_3 para el tratamiento de aguas contaminadas con Cr (VI).

Además los distintos tipos de tratamientos convencionales que eliminan contaminantes, se han convertido en alternativas para mejorar la calidad del recurso hídrico, en donde los tratamientos más aplicados se encuentra el intercambio iónico, filtración, electrocoagulación, adsorción y floculación, siendo de gran interés de estudio, el método de adsorción, debido que al utilizar productos de bajo costo estas son capaces de remover altas cantidades de contaminantes.

El canal de regadío de la zona Las Flores del distrito de Puente Piedra no es ajeno a este problema, debido que, sus aguas se encuentran contaminadas con Cr (VI), metal tóxico que debe de ser tratado para así cumplir con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la Categoría 3 y así generar alternativas que permitan minimizar los impactos negativos ocasionados por el hombre, una de ellas es el uso de la diatomita como adsorbente natural y modificado con FeCl_3 para mejorar el riego en las zonas agrícolas.

1.1 Realidad problemática

El agua es un recurso natural importante en el desarrollo de los seres vivos. El crecimiento urbano e industrial ha derivado problemas ambientales como la contaminación del recurso hídrico, a consecuencia de la mala disposición de los residuos sólidos y el aumento de aguas residuales procedentes de las industrias y hogares, haciendo que las plantas de tratamiento se sobrecarguen y su infraestructura no sea la suficiente, es así que, la población no cubierta vierte directamente sus aguas a los ríos, mares o se utilicen para el riego de cultivos y áreas verdes.

Los agricultores de la zona Las Flores del distrito de Puente Piedra se dedican al cultivo de maíz, papa, camote, zapallo, lechugas, fresas entre otros, para ser comercializados y consumidos por los mismos, cabe agregar que los campos de cultivos son regados con aguas provenientes del río Chillón. Los altos niveles de contaminación del río provenientes de la actividad agrícola e industrial hacen que el agua no sea apta para utilizarlo como riego de vegetales, la presencia de metales pesados, materia orgánica, grasas y pesticidas afectan su calidad, es así que, el consumo de alimentos de mala calidad pone en peligro la salud de las personas y de los mismos agricultores desconociendo los efectos adversos que se producen al ingerir alimentos contaminados.

Hoy en día el crecimiento urbano de la zona norte ha contribuido al aumento de los residuos sólidos y aguas residuales, teniendo como resultado canales de regadío llenos de desperdicios y por ende cultivos regados con aguas llenos de contaminantes entre ellos los metales pesados.

Según POLO, M (2017), menciona, en el país más de cuatro mil hectáreas de campos son irrigados con aguas residuales no tratadas, por lo que, los alimentados regados con este tipo de agua ponen en peligro la salud de la población.

Asimismo, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014), menciona, el incremento de aguas residuales en Lima Metropolitana ha provocado sobrecargas en las plantas de tratamientos (PTAR), solo el 21,2% recibe tratamiento y el resto es vertido directamente a cuerpos de agua o utilizados para el riego de cultivos.

Además, según la Dirección General de Salud Ambiental (2015), sostiene, la principal causa de contaminación en la cuenca del río chillón se debe a las descargas de aguas residuales provenientes de las industrias de curtiembres, plantas textiles y fundiciones informales ocasionando el aumento de la concentración de metales pesados en el río.

Según TEJEDA, C [et al] (2014), menciona, los metales pesados son altamente destructores del medio ambiente su alta toxicidad y permanencia afectan la calidad del agua y suelo, siendo el cromo hexavalente uno de los elementos más tóxicos capaz de absorberse en la piel, provocando efectos adversos a la salud.

Es así, según TORAB, M [et al.] (2013), sugiere, los principales tratamientos para remover Cr (VI) en aguas residuales destacan; la extracción con solventes, el intercambio iónico, osmosis inversa y precipitación química; sin embargo muchos de ellos son altamente costosos e ineficientes, debido a que utilizan gran cantidad de productos químicos que a su vez generan residuos tóxicos.

Es por ello, según ASASIAN, N [et al.] (2014), señala, la adsorción es un método alternativo en los tratamientos convencionales para reducir metales pesados y demás contaminantes, la cual comprende la separación de una sustancia presente en una solución acuosa, en la superficie de un adsorbente sólido, por lo tanto el método produce agua tratada de buena calidad.

Es así que, la aplicación de tratamientos de bajo costo se convierte en una opción para mejorar la calidad del agua para riego, siendo el método de adsorción la principal alternativa para remover el cromo (VI).

La presente investigación utiliza la diatomita por su bajo costo y sus características físicas para tratar aguas de regadío contaminados con cromo (VI), por lo tanto se tendrá un avance ambiental frente a los problemas de contaminación hídrica.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes Nacionales

Según, **RODRÍGUEZ, K (2017)** quien realizó el trabajo de investigación “Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl - 2017” el cual fue sustentado en la universidad Cesar Vallejo – Facultad de Ingeniería Ambiental, planteó como objetivo principal evaluar la eficacia de tres variedades de cáscara de plátano (hartón, palillo e isla) para disminuir aguas contaminadas con Cr (VI). En cuanto a la metodología de investigación, fue de tipo experimental las variables manipuladas fueron: el uso de tres tipos de cascara de plátano y remoción del Cr (VI), en la cual se emplearon 5 kg de cáscara de plátano para cada una de ellas, fueron lavadas, luego secadas a temperatura de 60°C en una estufa y tamizadas en una malla N° 100 (250 μ m), para eliminar los pigmentos y grasas de las cáscaras de plátano se utilizó (éter), el proceso de lavado duró 4 horas, siendo T1 (cáscara de plátano de hartón), T2 (cáscara de plátano de palillo) y T3 (cáscara de plátano de isla), dosis de 5 gramos, tiempo de contacto de 60 minutos y velocidad de agitación de 250 RPM. Los resultados demostraron que la cáscara de plátano tipo hartón obtuvo una mayor eficiencia de remoción al 62%, en comparación con la cáscara de plátano de palillo teniendo un resultado del 54% y por último la cáscara de plátano de isla con una remoción del 50%. Se concluye que al utilizar pequeños partículas de adsorbentes (250 μ m), mínimas dosis (5 gramos) lograron remover Cr (VI) hasta un 60%.

Es así que, el presente proyecto de investigación se relaciona al tema a desarrollar, ya que proponen pequeñas dosis como 3, 5 y 10 gramos, teniendo como referencia una misma velocidad de agitación de 100 RPM, tiempo de contacto de 10 minutos y granulometría 180 μ m para todos los tratamientos.

Así mismo, **ESTRADA, A (2016)** de la universidad Cesar Vallejo, Sede Trujillo realizó el trabajo de investigación “Disminución de arsénico mediante un filtro de diatomita del agua de afloramiento subterráneo en el campo Cedro - Pataz”, para la obtención del título de ingeniero ambiental teniendo como objetivo principal estudiar el nivel de reducción del arsénico (As^{+3}) a través del uso de un filtro con diatomita en distintas alturas y granulometrías. En cuanto al

desarrollo experimental se realizaron una serie de etapas como el lavado, secado, tamizado y también se elaboró un filtro de diámetro 6 con altura de 40 cm. Las variables aplicadas fueron altura (10 y 15 cm) y tamaño de partículas (20, 50, 70 mesh). Los resultados demostraron que la altura de 15 cm tiene un porcentaje de reducción del arsénico al 95.70% y la granulometría de 70 mesh demostró tener una alta remoción al 96.08%. Se concluye que, a partir de los resultados obtenidos la mayor altura del filtro reduce altas cantidades de arsénico por tanto un agua de mayor calidad en comparación de otras de menor altura y con respecto a la granulometría el más eficiente fue la de menor tamaño, en comparación con las demás granulometrías (20 y 50 mesh) que redujeron en menor cantidad, lo que demuestra que el uso de la diatomita es adecuado en la remoción del arsénico.

Por lo tanto, este estudio se relaciona con la presente investigación en curso, ya que nos muestra el proceso de la diatomita y la capacidad que tiene la diatomita en el proceso de adsorción para remover el contaminante.

Según, **PARRAVICINI, J (2016)** quien realizó su tesis de titulación “Efecto del tipo de carbón activado en la adsorción de cromo del agua residual de la etapa de curtido” determinó como objetivo general demostrar que tipo de carbón activado y granulometría, mejora el proceso de adsorción de cromo del agua residual de la etapa de curtido. En cuanto a la metodología utilizada se encuentra los tres tipos de carbón activado (cáscara de coco, plátano y naranja), granulometría G1: “20” (0.850mm), G2: “40” (0.425mm), G3 “60” (0.250mm), pH 3, velocidad de agitación 200 RPM y tiempo de contacto de 1 hora. Los resultados demostraron que la mayor adsorción de cromo fue obtenido con el carbón activado de la cáscara de coco y granulometría G2 malla 40 (0.425mm) con un porcentaje de eficiencia del 70%, con respecto a la cáscaras de plátano las remociones con malla G2 “40” redujeron al 68% y la cáscara de naranja con numero de malla G3 “60” redujeron al 65%. Se concluye que al utilizar carbón activado, la capacidad de remover cromo es eficiente y la granulometría de menor tamaño favorece en el proceso de adsorción.

Esta investigación se relaciona como la tesis, ya que la activación del material produce resultados favorables durante el proceso de adsorción, teniendo en cuenta que utiliza solo un tiempo de contacto, una velocidad de agitación durante los tratamientos y pH del medio de 3.

1.2.2 Antecedentes Internacionales

Por otro lado, **TEJADA, C [et al] (2017)** en su artículo científico titulado “Remoción de cromo hexavalente sobre residuos de cacao pretratados químicamente” establece como objetivo principal estudiar la capacidad de adsorción de Cr (VI) utilizando cáscara de cacao y su modificación química con hidróxido de sodio y ácido clorhídrico. El desarrollo experimental, consistió en lavar la cáscara de cacao, luego secarlas a 24 horas en un horno para posteriormente tamizarlo, en cuanto a su modificación de la cáscara de cacao, se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) 1M y ácido clorhídrico (HCl) 1M. Los parámetros en cuenta durante los tratamientos fueron; pH (2), tamaño de partículas (0,355 – 0,5 – 1 mm), dosis de 5 gramos, tiempo de contacto de 270 minutos y concentración de cromo (VI) de 100 ppm. Los resultados demostraron que la cáscara de cacao modificado con HCl presentan una alta capacidad de remoción de cromo hexavalente, con granulometría de 0,355 mm, tiempo de contacto 290 minutos con un porcentaje de remoción del 84%, a comparación de la modificada con NaOH con un resultado de 70% de remoción y por último la cáscara de cacao sin modificar alcanzó un porcentaje de remoción del 52%. Se concluye que la modificación con HCl y el tamaño de granulometría favorecen en el proceso de adsorción dando resultados favorables, además menciona que los responsables para la remoción del Cr (VI) son los grupos hidroxilos como los carbones activados.

Es así que, este trabajo se relaciona con la investigación ya que propone alternativas para mejorar la capacidad de adsorción como es el uso de materiales modificados en este caso fue HCl 1M y NaOH 1M, además nos da aportes textuales acerca de los procedimientos para la modificación de la cáscara cacao.

Asimismo, **TEJEDA, L [et al] (2014)** en su artículo científico titulado “Estudio de modificación química y física de biomasa (*Citrus sinensis* y *Musa paradisiaca*) para la adsorción de metales pesados en solución” establece como principal objetivo estudiar la capacidad de adsorción del Cr (VI) con carbones activados provenientes de la cáscaras de naranja y plátano y su modificación con quitosano. El desarrollo experimental consistió en preparar las biomásas lignocelulósicas (cáscara de naranja y plátano) las cuales fueron lavadas con agua destilada, luego secadas para tamizarlos a tamaño de (0.3 – 0.425 – 0.525 mm), la

preparación de carbones activados se preincineraron hasta carbonizarse a temperatura de 400°C por 1 hora, en la activación se añadió 1 ml de ácido fosfórico al 85%. Durante la modificación con quitosano se formó un gel con ácido acético con relación de 0,5 v/v con una velocidad de agitación de 150 rpm por un día, luego fueron lavados y secadas, para neutralizar el pH se le adicionó NaOH. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron concentración inicial 100 ppm de Cr (VI), pH 3, 4 y 5, dosis de 2, 4 y 6 g/l, tiempo de contacto de 60 minutos y velocidad de agitación de 180 rpm. Los resultados indicaron que la cáscara de plátano obtuvo una mejor adsorción con un resultado de 93 ppm de Cr (VI) con granulometría de 0.425 mm, pH 3 y dosis de 6 g/l, con respecto a la cáscara de naranja se logró reducir hasta 66.6 ppm de Cr (VI), la mejor remoción para los carbones activados fue con la cáscara de plátano con un resultado del 95 ppm y para la cáscara de naranja con un remoción de 85 ppm, mientras que las recubiertas con quitosano removieron al 61,24 y 88,2 ppm. Se concluye que a partir de los datos obtenidos el pH 3 y la partícula de tamaño 0.425 demuestran remover el cromo (VI) favorablemente, siendo el menos eficaz los modificados con quitosano, pero se considera que los tres bioadsorventes logran reducir cromo en cantidades significativas.

Esto se relaciona con la investigación, ya que nos permite establecer que en pH 3 la adsorción de cromo (VI) es eficiente y las partículas más pequeñas ayudan en su remoción, además nos da un aporte sobre el recubrimiento del quitosano que no tuvo tanto éxito, debido a la poca afinidad con los iones del cromo (VI).

Además **VERDUGO, J (2017)** en su trabajo de titulación “Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de mandarina (*CITRUS RETICULATA* VAR. *CLEMENTINA*)” establece como objetivo principal determinar la capacidad de bioadsorción de metales pesados (Pb, Cr) presentes en aguas residuales mediante la cáscara de mandarina como bioadsorventes. En el desarrollo experimental las cáscaras de mandarina fueron lavadas con agua destilada para eliminar sus impurezas, luego secadas a temperatura de 60°C durante 3 días, al final se procedió a tamizarlo. Los parámetros que se tomaron en cuenta durante los ensayos fueron el pH (4,3 y 2), tamaño de partículas (0.3 y 0.6 mm) y concentración del Cr (VI) y Pb de (5 ppm). Los resultados demostraron que las partículas de menor tamaño como 0.3 mm son eficientes en el proceso de adsorción con pH

óptimo de 4, de modo que para el plomo la mayor eficiencia fue de 71,9% y para Cr (VI) en 54,4%.

Se concluye que los productos de desecho como cáscaras de mandarina producen resultados favorables en la remoción de Pb y Cr (VI), debido que, en pH ácido y granulometría pequeña, la capacidad de adsorción es favorable.

Es así que, este trabajo se relaciona con la investigación, ya que nos permite conocer el tipo de material, sus características y su capacidad de adsorber en función al pH y granulometría.

Según **TEJADA, C [et al] (2014)** en su artículo de investigación “Cinética de adsorción de Cr (VI) usando biomásas residuales modificada químicamente en sistemas por lotes y continuo” tiene como objetivo principal utilizar la cáscara de ñame y bagazo de palma para la adsorción del cromo hexavalente. En cuanto al proceso de modificación se realizó una serie de etapas para obtener los adsorbentes fueron; el lavado con agua destilada, el secado a temperatura de 90°C y tamizado, en su modificación se utilizó ácido cítrico 0.6 M en una relación 40g/200ml (biomasa/ácido). Las variables para el tratamiento fueron pH (2, 3, 4 y 6), tamaño de partícula (0.355 – 0.5 - 1 mm), concentración inicial del metal 100 ppm. Con respecto a los resultados las mejores condiciones en la remoción del cromo hexavalente fue a pH 2 y tamaño de partículas de 1 mm, siendo el bagazo de palma modificado tener la máxima capacidad de adsorción con 41, 57 mg/g, seguido de la cáscara de ñame modificado con 25, 01 mg/g.

Se concluye que en pH ácido los materiales adsorbentes obtienen mejores resultados y las partículas de mayor tamaño (1 mm) favorecen al proceso de adsorción, además nos da aportes textuales sobre los materiales modificados con ácido cítrico que consiguieron reducir cantidades altas de cromo hexavalente.

Es así que, el artículo de investigación se relaciona con la tesis a desarrollar, ya que la modificación se realiza con un material ácido, teniendo como referencia el pH, granulometría y las etapas de modificación del material, se relacionan con la presente investigación.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Marco Teórico

1.3.1.1 Diatomita

Según CHUCHULLO, H (2015), menciona, el Perú posee gran cantidad de diatomita, esta se debe a la actividad hidrotermal durante el Terciario y principios del Cuaternario, de los cuales la mayor parte se depositaron en la Costa (Ica, Tumbes y Piura) y en la Sierra (Cajamarca, Cusco y Junín).

Según RAMIREZ, J (2012), define, la diatomita es uno de los minerales no metálicos formados por rocas de grano fino, compuesto mayormente de sílice de origen natural, se forman por la acumulación sedimentaria en lagos y mares.



Figura N° 1: Depósito de diatomita en el Perú

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2012

Además, RAMIREZ, J (2012), menciona, el origen de toda diatomita lo constituye un organismo vivo denominado diatomeas. Las diatomeas son algas unicelulares microscópicas formados por esqueletos silicios que se encuentran en forma solitaria o colonias, se dividen según su naturaleza en aguas dulces o salinas, las diatomeas al culminar su tiempo de vida las células se desintegran permaneciendo sólo el esqueleto silíceo, que al sedimentar forman depósitos en los fondos del agua, formando un material llamado diatomita.

En la tabla siguiente se muestran las propiedades de la diatomita.

Tabla N° 1: Propiedades fisicoquímicas de la diatomita

Propiedades	
Aspecto macroscópico	Roca purpura, fina y porosa con aspecto margoso.
Color	Blanco brillante (en el caso de alta pureza) Blanco (calcinado con fundente) Rosa (calcinado)
Porosidad	Alta
Volumen	Baja densidad
Absorción de líquidos	Absorbe hasta 150% de su peso en agua.
Resistencia a la temperatura	Alta
Peso específico	2.0 (la calcinación la incrementa a 2.3)
Área superficial	10 a 30 m ² /g en calcinación se reduce a 0.5 a 5 m ² /g.
Estructura química	Inerte
Porcentaje de Humedad	10% hasta un 60%
pH	7.0

Fuente: Secretaria económica, 2017

1.3.1.2 Diatomita modificada con FeCl₃

Según ROJAS, K (2016), sostiene, las diatomitas están siendo empleadas como materiales de remoción de metales pesados, las cuales se modifican químicamente a través de la

introducción en su estructura de grupos funcionales, para ser adaptados según el contaminante a remover, es por ello que el enriquecimiento de materiales de origen natural para la separación selectiva de contaminantes establece una opción económica para la eliminación de los contaminantes.

Además según ORTIZ, M (2014), menciona, en los últimos años los materiales adsorbentes están siendo estudiados con el propósito de ser modificados químicamente para mejorar su capacidad de remoción, de modo que el material modificado tenga éxito en el proceso de adsorción cumpliendo con cierta afinidad entre los grupos funcionales del adsorbente y el contaminante, dependerá de factores como pH de la solución, tamaño de partícula, temperatura y dosis.

1.3.1.3 Cromo

Según la Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2012), indica, el cromo es uno de los elementos más nocivos para la salud pública, su peligrosidad dependerá de la cantidad (dosis), duración (tiempo) y el tipo de exposición, además la presencia de otros metales pesados aumenta su toxicidad, teniendo como resultado problemas de salud, lesiones de piel, molestias al estómago y desarrollo de enfermedades, además los altos contenidos de cromo en aguas presentan un grave riesgo para la agricultura y la ganadería.

Según VILLEGAS, D (2018), menciona, el cromo es un metal de transición de color gris acerado, rígido, frágil, resistente a la corrosión, originada a partir de la cromita (FeCr_2O_4), existen tres estados de valencia Cr^{+2} , Cr^{+3} y Cr^{+6} , siendo el cromo hexavalente el más peligroso.

1.3.1.4 Adsorción

Según ALBIS, A (2017), menciona, en la actualidad existen distintos tipos de tratamientos de aguas residuales que ayudan a eliminar los contaminantes orgánicos e inorgánicos, el desarrollo de tecnologías en los últimos años como la adsorción, precipitación, intercambio iónico, degradación fotocatalítica y métodos electroquímicos están siendo utilizados como una alternativa frente a la contaminación, teniendo el método de adsorción más viable debido a su

alta eficiencia y gran capacidad de remover contaminantes, además de ser un tratamiento simple que necesita poca inversión y no crea contaminación secundaria de lodos biológicos.

Según VERA, L [et al] (2016), define, el proceso de adsorción es un fenómeno superficial se produce cuando una sustancia es unida a la superficie de otra, los adsorbentes más comunes es el carbón activado y alúmina activada su capacidad de remoción es altamente efectiva.

En la siguiente tabla se muestra las diferencias de los tipos de adsorción.

Tabla N° 2: Tipos de adsorción

Fisisorción	Quimisorción
Presenta fuerzas débiles entre el adsorbato y el adsorbente.	La asociación entre el adsorbato y el adsorbente son fuertes.
Fuerzas de tipo electrostáticos.	Presentan enlaces químicos
Los iones que se asocian conservan su capa de solvatación.	Presentan enlaces químicos, lo cual pierde sus moléculas de solvatación
Asociación específica, no depende de la naturaleza química del adsorbato ni del adsorbente.	Asociación no específica depende de su naturaleza química del adsorbato y el adsorbente.
Se forman varias capas	Se forman monocapas

Fuente: Química Ambiental de Sistemas Terrestres, 2012

1.3.2 Marco Conceptual

1.3.2.1 Calidad del agua

Según TATE, D (2014), define, calidad del agua:

Es la condición que el agua debe de cumplir para mantenerse en un ambiente equilibrado, cumpliendo con determinados objetivos de calidad, para ello se utilizan normas que evalúan sus concentraciones, se realizan a través de muestras de agua que determinan sus características físicas, químicas y microbiológicas. Las normas más comunes se aplican para verificar la concentración o cantidad de elementos presentes en un cuerpo receptor. Los

factores que afectan la calidad del agua son metales pesados, hidrocarburos, desechos sólidos, aguas residuales, nutrientes, productos inorgánicos, pesticidas y plaguicidas.

1.3.2.2 pH

Según TRUJILLO, D [et al] (2014), define, pH:

Es el grado de acidez o alcalinidad que determina la calidad del agua, se realiza por medio de las concentraciones de iones de hidrógeno, la escala del pH es del 1 hasta el 14, siendo ácido el 1 hasta el 6 y alcalino de 8 hasta el 14, el pH 7 es neutro. Para las mediciones se utiliza un potenciómetro o tornasol.

1.3.2.3 Conductividad eléctrica

Según CASTILLA, S (2014), define, conductividad eléctrica:

Es la capacidad que tiene el agua para transportar electricidad, se encuentra relacionado con la presencia de sales en solución, cuando el agua es pura la conducción eléctrica es cero, por tanto los ríos, mares y lagos presentan cargas eléctricas. La disociación de iones positivos y negativos tiene la capacidad de transportar energía eléctrica. Para la medición se realiza comúnmente un conductímetro.

1.3.2.3 Temperatura

Según MENDOZA, M (2018), define, temperatura:

Es un parámetro fundamental para la calidad del agua, se expresa en grados Centígrados o Fahrenheit, cuando la temperatura aumenta, esta afecta al medio acuático reduciendo su capacidad de disolución del oxígeno.

1.3.2.4 Oxígeno disuelto

Según TEVES, B (2016), define, oxígeno disuelto:

Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua importante para mares, ríos y lagos, por tanto la cantidad se determina si el agua se encuentra contaminada, además es necesaria para la vida vegetal y animal. Se expresa mediante ppm (partes por millón).

1.3.2.5 Turbidez

Según TRUJILLO, D [et al] (2014), define, turbidez:

Es el grado de opacidad producido por el agua a consecuencia de materiales en suspensión (arena, limo, fango, materiales orgánicos e inorgánicos), está relacionado con la actividad fotosintética ya que la presencia de materiales particulados afecta su proceso limitando el paso de la luz en el agua.

1.3.2.6 Metales pesados

Según ZEVALLOS, S (2018), define, metales pesados:

Grupo de elementos químicos con alta densidad que al acumularse son altamente contaminantes en cuerpos de agua, se originan debido a actividades antrópicas, principalmente por la minería, así como también naturalmente mediante la erosión de suelos, rocas y erupciones volcánicas.

1.3.2.7 Cromo

Según CASTRO, R (2017), define, cromo:

Elemento químico de simbología Cr, número atómico 24, estado de oxidación 6, 3 y 2 de color plateado metálico, se encuentra normalmente en fase sólido, elemento metálico de gran dureza con resistencia a la corrosión, el cromo principalmente es utilizado en productos metálicos y como refractantes, se aplica en procesos de curtido, elaboración de pigmentos, fungicidas, acabado de metales y electrogalvanizado. Se encuentra en la tierra, aire y agua posterior a las descargas industriales que utilizan cromo, su estado de oxidación más elevado es el +6 (cromo hexavalente).

1.3.2.8 Cromo Hexavalente

Según QUISPE, R (2017), define, cromo hexavalente:

Es un compuesto tóxico presente en el medio ambiente, se encuentra en forma natural, en rocas, suelos y plantas, por lo que es insípido e inodoro. Por su estado de oxidación +6 se

considera como un metal tóxico en el medio ambiente, su toxicidad se determina según la concentración en la que se presentan.

1.3.2.9 Adsorción

Según GONZALES, A, GUERRA, J (2016), define, adsorción:

Es un fenómeno en la cual las partículas de una sustancia son atrapadas en una superficie a través de fuerzas físicas, cuando la partícula es atraída a la superficie se llama adsorbato y la superficie sólida se llama adsorbente, la atracción del adsorbato y el adsorbente se realiza a través de fuerzas de Vander Walls.

1.3.2.10 Diatomita

Según CAZORLA, C (2016), define, diatomita:

Roca sedimentaria compuesta mayormente de sílice amorfa procedente de esqueletos de organismos acuáticos denominados diatomeas, por lo general presentan gran cantidad de poros diminutos, lo que resulta tener gran superficie específica, poca densidad y elevada permeabilidad.

1.3.2.11 Prueba de Jarras

Según SOLIER, L (2014), define, prueba de jarras:

Técnica de simulación a nivel laboratorio del proceso de floculación y coagulación, formado por 6 jarras cada una de ellas contenidas por una paleta de base siendo las responsables de girar las muestras, la correcta aplicación permite evaluar la efectividad de los floculantes y coagulantes.

1.3.2.12 Dosis

Según IZQUIERDO, A (2015), define, dosis:

Es la adición de coagulantes de forma rápida o simultánea a cada jarra, la dosificación de cada vaso dependerá del tipo de estudio que se realice, las formas de aplicar cantidades de coagulantes es por medio de pipetas o jeringas.

1.2.2.13 Granulometría

Según JÁUREGUI, J (2015), define, granulometría:

Es la medición de partículas, la disminución de tamaños favorece al proceso de adsorción, debido a que se produce una mayor área superficial del adsorbente.

1.3.2.14 Remoción

Según MENDIETA, D (2015) define, remoción:

Es la capacidad que tienen ciertos adsorbentes para atrapar contaminantes en gran o poca cantidad, para lo cual es necesario utilizar métodos y productos apropiados.

1.3.3 Marco Legal

1.3.3.1 Estándar de Calidad Ambiental

De acuerdo a lo establecido en la Ley General del Ambiente el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es la medida que identifica el nivel de concentración de sustancias o parámetros fisicoquímicos y biológicos permitidos para la calidad del agua, aire y suelo, se aplican en el ámbito nacional. Para el canal de regadío de la zona Las Flores del distrito de Puente Piedra está en la Categoría 3: Riego de Vegetales y bebidas de animales.

En la siguiente tabla se muestra el ECA – Agua, Categoría 3 para cromo (VI).

Tabla N° 3: ECA – Agua, Categoría 3

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de Vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Cromo	mg/L	0.1		1

Fuente: ECA-Agua, 2017

1.4 Formulación del problema

General

¿Cuál será la adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl_3 en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018?

Específico

P₁: ¿Cuáles son las características de la diatomita natural y modificada con FeCl_3 que reduce el Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra, 2018?

P₂: ¿Cuál es la dosis óptima de la diatomita natural y modificada con FeCl_3 en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra, 2018?

P₃: ¿Cuál es la capacidad de adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl_3 que reduce el Cr (VI) en aguas de regadío Puente Piedra, 2018?

P₄: ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del agua de regadío en la reducción de Cr (VI), Puente Piedra 2018?

1.5 Justificación del problema

La problemática de contaminación en los canales de regadío de la zona norte del país, se debe mayormente a los vertimientos industriales y la mala disposición de desechos sólidos cercanos al río Chillón, afectando la calidad del agua para riego, en su mayoría sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la Categoría 3, la falta de conciencia de agricultores, pobladores e industrias y la escasa fiscalización por parte de las autoridades competentes, generan un gran impacto negativo al ecosistema de la zona, siendo el agua, suelo y alimentos lo más afectados, por ende el riesgo de presentar enfermedades gastrointestinales.

Es por ello la presente investigación utiliza la diatomita, debido que, en el Perú es considerado como un mineral en abundancia, es así que se utiliza dos tipos de diatomita una natural y la otra modificada con FeCl_3 , en base a esto, lograr una alternativa frente al problema de contaminación hídrica, además de establecer cuál de los dos tipos de diatomita es más efectiva y poder establecer un hito para futuras investigaciones, por esta razón se justifica buscar

alternativas nuevas que permitan remover cromo hexavalente, siendo de interés, estudiar la diatomita para el tratamiento de aguas contaminadas.

1.6 Hipótesis

Hipótesis General

H₁: La adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ mejora la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

H₀: La adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ no mejora la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

Hipótesis Específico

H₁: La determinación de las características de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ permite reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

H₂: La determinación de la dosis óptima de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ permite reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

H₃: La determinación de la capacidad de adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ permite reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

H₄: La determinación de las características fisicoquímicas del agua de regadío permite reducir Cr (VI).

1.7 Objetivo

Objetivo General

Evaluar la adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra, 2018.

Objetivo Específico

O₁: Determinar las características de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

O₂: Determinar la dosis óptima de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

O₃: Determinar la capacidad de adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl₃ para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.

O₄: Determinar las características fisicoquímicas del agua de regadío para reducir Cr (VI), Puente Piedra 2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

La presente investigación se define como una investigación de tipo **experimental**, se manipula la variable independiente adsorción de la diatomita y se establece un efecto en la variable dependiente que es la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío.

2.1.1 Enfoque de investigación

La presente tesis es de tipo **cuantitativo**, permite recolectar información en base a la medición numérica para así comprobar la hipótesis y la relación con el análisis estadístico.

2.1.2 Tipo de investigación

La tesis posee una investigación **aplicada** debido a que pretende realizar conocimiento científico en base a procedimientos y metodologías que ayudan al investigador a cumplir con su objetivo.

2.1.3 Nivel de investigación

La presente investigación es de nivel **explicativo**, se determina la relación de la variable independiente y la dependiente, así como el comportamiento que tienen las diatomitas durante el proceso de adsorción.

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

Variable Independiente: Adsorción de la diatomita.

Variable Dependiente: Reducción de Cr (VI) en aguas de regadío.

2.2.2 Operacionalización de las variables

Tabla N° 4: Operacionalización de las variables

Adsorción de la diatomita en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018					
VARIABLES	DEFINIICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Adsorción de la diatomita (natural y modificada con FeCl ₃)	Es un método en la cual las partículas de una sustancia son atrapadas en una superficie a través de fuerzas físicas GONZALES, A, GUERRA, J (2016).	Se recolecta la diatomita (1 kg), luego se realiza los procesos de lavado, secado y tamizado. Para su modificación se utilizó FeCl ₃ 0.5M.	Características de la diatomita	pH	7-14
				Granulometría	180 µm
				Color	Munsell color
			Dosis óptima de la diatomita	Bajo	3 g/l
				Medio	5 g/l
				Alto	10 g/l
			Capacidad de adsorción	Peso	gr
				Rendimiento	%
Reducción de Cr (V) en aguas de regadío	Es la capacidad que tienen los adsorbentes para atrapar contaminantes, es necesario utilizar métodos y productos apropiados. MENDIETA, D (2015)	Se utilizó dosis de 3, 5 y 10 gramos en cada tratamiento (T ₁ y T ₂), luego se compara los resultados iniciales y finales para cada parámetro.	Características físicas del agua de regadío	Turbiedad	NTU
				C.E	uS/m
				O.D	mg/l
			Características químicas del agua de regadío	pH	7-14
				Cr (VI) Inicial	mg/l
				Cr (VI) Final	mg/l

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población de estudio es el agua del canal de regadío comprendido por una extensión de 100 m ubicada en la zona Las Flores del Distrito de Puente Piedra.



Figura N° 2: Mapa de ubicación del canal de regadío

Fuente: Google Earth, 2018

2.3.2 Muestra

Para la presente investigación, las muestras es un total de 19 litros de agua del canal de regadío.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de litros que se emplearon en los tratamientos.

Tabla N° 5: Muestras seleccionas para la investigación

Muestras			
Tratamiento	Dosis (g/l)	Total	Repeticiones (x3)
T ₁	3	1 litro	3 litros
	5	1 litro	3 litros
	10	1 litro	3 litros
T ₂	3	1 litro	3 litros
	5	1 litro	3 litros
	10	1 litro	3 litros
Muestra inicial = 1 litro		Subtotal	= 18 litros
Total: (Muestra inicial (1) + sub total (18))		TOTAL	= 19 litros

Fuente: Elaboración Propia, 2018

2.3.3 Unidad de análisis

Agua de regadío contaminado con Cr (VI)

2.3.4 Muestreo

La técnica de muestreo en la presente investigación es el no probabilístico, de modo que la muestra es elegida a conveniencia del investigador. Se toma como referencia el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, en las cuales se realizaron técnicas como la observación, además del llenado de fichas de instrumentos, como la ficha de observación de la concentración de Cr (VI).

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Descripción del procedimiento

2.4.1.1 Preparación de la diatomita

a. Trituración

Se obtuvieron 1 kg de diatomita, de las cuales se procedió a triturar las rocas con ayuda de un mortero y un pilón.

b. Lavado

Se colocó en un vaso de precipitado con agua destilada con ayuda de un agitador magnético se procedió a lavarlas, este procedimiento se repitió varias veces hasta eliminar el resto de impurezas presente en las diatomitas.

c. Secado

Las diatomitas lavadas fueron llevadas en una estufa a temperatura de 50°C por 24 horas.

d. Molido

Una vez secado las diatomitas fueron molidas en un mortero.

e. Tamizado

Con la diatomita molida se tamizaron en malla N° 0.80 obteniendo partículas de tamaño 180 μm .

f. Almacenado

Las diatomitas tamizadas se almacenaron en bolsas herméticas con un total de 270 gramos de diatomita

2.4.1.2 Preparación de reactivos

a. FeCl_3 0.5M

La preparación del reactivo tiene la finalidad de modificar químicamente a la diatomita. Se pesó 35.16 mg de FeCl_3 , se llevó a un vaso de precipitado se homogenizó, luego se llevó a una Fiola y se foró a 250 ml.

2.4.1.3 Modificación de la diatomita con FeCl_3

Procedimiento

a. Calcinación

Con las diatomitas almacenadas se procedió a calcinar 270 gramos de diatomita natural en una Mufla a temperatura de 100°C por 2 horas.

b. Modificación con FeCl_3

a. En un vaso de precipitado se colocaron 270 gramos de diatomita calcinada, las cuales 125 ml de FeCl_3 0.5M fueron mezcladas.

c. Secado

Las diatomitas modificadas fueron secadas en una estufa a 50°C por 24 horas.

d. Molido

Con las diatomitas secadas se procedieron a moler en un mortero.

d. Tamizado

Una vez obtenido la diatomita molida se utilizó el tamiz N° 0.80 con tamaño de partículas de $180\ \mu\text{m}$.

b. Almacenado

Por último las diatomitas fueron almacenadas en bolsas herméticas conteniendo 200 gramos de diatomita modificada con FeCl_3 .

2.4.1.4 Tratamientos

Los tratamientos se realizaron en el laboratorio de Biotecnología de la UCV, Sede Lima Norte, de las cuales se establecieron 2 tratamientos (T_1) y (T_2).

a. Tratamiento 1 (T_1)

Diatomita Natural

a. Tratamiento 2 (T₂)

Diatomita modificada con FeCl₃

Los dos tratamientos tuvieron 3 dosis (3, 5 y 10 gramos) para cada uno, tiempo de contacto de 15 minutos, velocidad de agitación de 100 RPM y tamaño de partícula de 180 µm, respectivamente con 3 repeticiones.

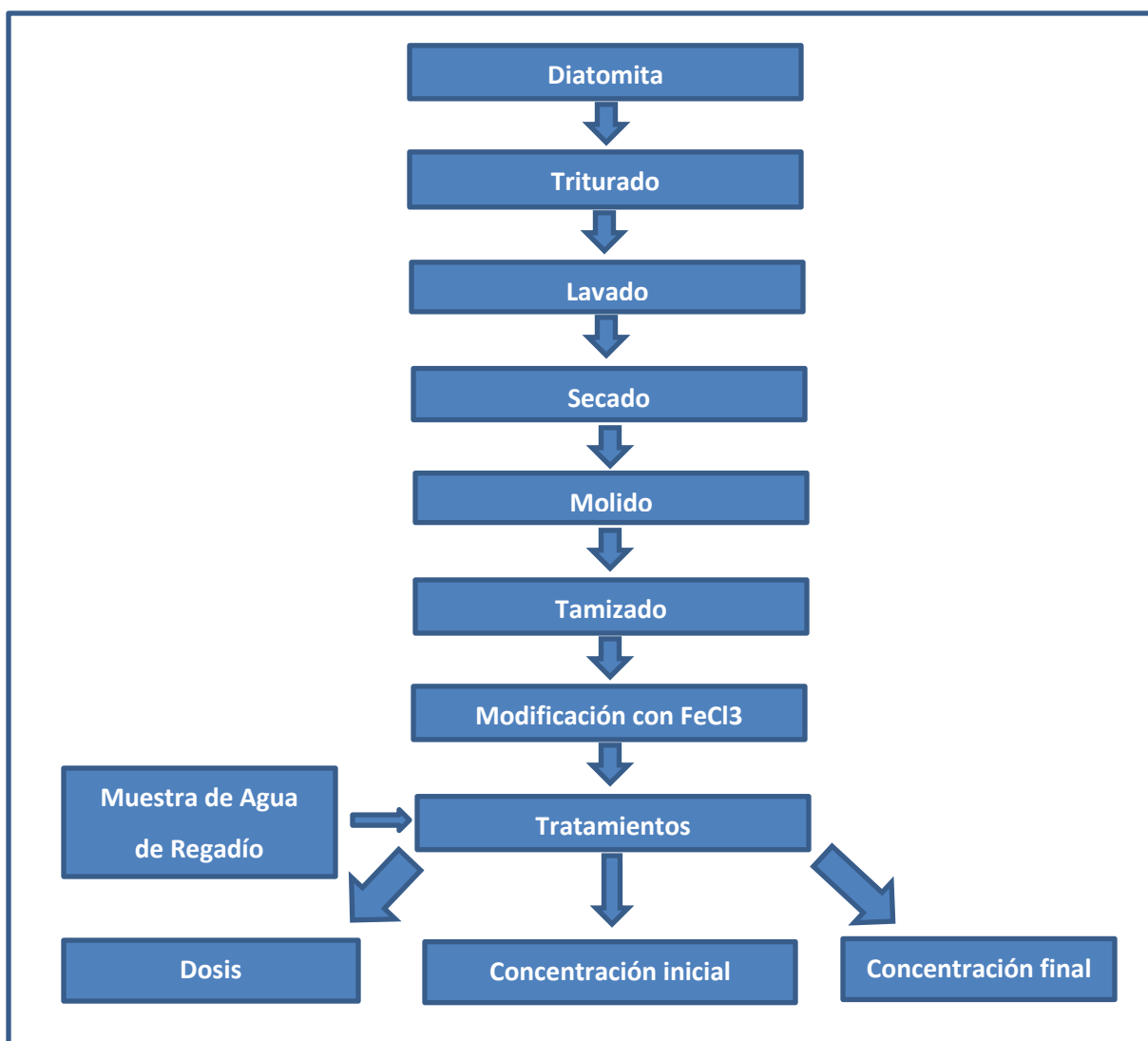


Figura N° 3: Procedimiento experimental del proceso de la diatomita

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.4.2 Técnicas de recolección de datos

La técnica que se utilizó es la observación, con el propósito de tener datos importantes durante el trabajo en campo y laboratorio, se registra los datos de preparación de la diatomita natural, la modificada con FeCl_3 y los datos de los resultados obtenidos posteriores a los tratamientos.

2.4.3 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó las fichas de observación de registro de datos para cada variable, la cuales fueron elaboradas por el investigador y validadas por un grupo de expertos calificados.

a. Ficha de observación para la recolección de la diatomita: es el control de la información recogida en campo y laboratorio, se registra la cantidad, el rendimiento, color, pH de la diatomita natural y la modificada con FeCl_3 , que se utilizará en los experimentos, las fotografías refuerzan los apuntes realizados.

a. Ficha de observación de las concentraciones de Cr (VI): es el control de los resultados iniciales y finales, se incluyen los parámetros de Cr (VI), pH, C.E, O.D y Turbidez.

En la siguiente tabla se muestra las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se emplearon en la presente investigación.

Tabla N° 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPAS	FUENTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
1). Estudio previo de la diatomita.	Empresa	Observación	Ficha de observación para la recolección de la diatomita.	Preparar la diatomita para conocer sus características físicas y químicas.
2). Proceso de preparación y modificación con (FeCl ₃) de la diatomita.	Laboratorio	Observación	Ficha de observación para la recolección de la diatomita.	Obtener una diatomita libre de impurezas y modificarla con FeCl ₃ , además saber el pH, color y rendimiento.
3) Muestreo del agua de regadío.	Área de investigación	Observación	Ficha de observación de la concentración de Cr (VI) – Inicial.	Registrar los resultados iniciales de Cr (VI), pH, C.E, O.D y Turbidez como primer paso para los tratamientos posteriores.
4). Tratamiento de aguas de regadío contaminadas con Cr (VI) utilizando diatomita.	Laboratorio	Observación	Ficha de observación de la concentración de Cr (VI) – Final.	Dar a conocer que la diatomita es un material eficiente en la reducción de Cr (VI).

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.4.4 Validez y confiabilidad del instrumento

2.4.4.1 La Validez

Para cumplir con los requisitos de validación de los instrumentos de medición, la presente investigación requirió la aprobación por juicio de expertos, de la cuales participaron tres profesionales calificados en la validación.

En la tabla siguiente se muestra los puntajes de los expertos con respecto a las fichas de instrumentos.

Tabla N° 7: Valoración de expertos

NOMBRE DEL EXPERTO	PUNTUACIÓN (%)
Mg. Cecilia Cermeño Castromonte	90
Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo	85
Mg. Sara Cortez Santos	85
PROMEDIO	87

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.4.4.2 La Confiabilidad

La confiabilidad consistió en la validación de los instrumentos a través de los expertos calificados de esta forma se determinó si los instrumentos aplicados en campo y laboratorio resultan ser consistentes y adecuados.

2.5 Métodos de análisis de datos

2.5.1 Recojo de datos

Los datos obtenidos se llenaron mediante fichas de observación como:

- a. La cantidad de diatomita recolecta, se consideró los kilos obtenidos y su rendimiento.
- b. La caracterización de la diatomita natural y modificada con FeCl_3 , se registró los parámetros de pH, granulometría y color.

c. Los resultados iniciales y finales de los tratamientos T_1 y T_2 .

2.5.2 Proceso de análisis de datos

El trabajo de investigación fue planteado con el diseño completamente al azar, con arreglo factorial con 2 tratamientos por 3 dosis y 3 repeticiones; un vaso de 1 litro de agua de regadío como unidad experimental. Si el resultado es significativo se hará la prueba de contraste Tukey.

Siendo el modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Efecto del i-enésimo tratamiento de la j-enésima unidad experimental

μ = Media general

T_i = Efecto en el i-enésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto aleatorio del error

Los datos obtenidos de los instrumentos se analizaron y evaluaron empleando el programa estadístico Sistema SAS (Statistical Analysis System) para el Análisis de Varianza (ANOVA) y la prueba de contraste Tukey, además el programa Microsoft Excel se utilizó para el diseño de gráficas y tablas.

2.6 Aspectos éticos.

Las fuentes y referencias manejadas en la investigación se encuentran adecuadamente consignadas por la propiedad intelectual de los autores, así como los resultados obtenidos durante el trabajo en campo y laboratorio, garantizando la confiabilidad y veracidad de los datos expuestos en la presente tesis.

III: RESULTADOS

3.1 Resultados de las características de la diatomita

3.1.1 Granulometría

Tabla N° 8: Granulometría de la Diatomita

CÓDIGO	Granulometría
TD - 001 Diatomita natural	180 μm
TD - 002 Diatomita modificada con (FeCl_3)	180 μm

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 8 se observa los resultados de granulometría para los dos tipos de diatomita, siendo para la diatomita natural un tamaño de partículas de 180 μm y para la diatomita modificada con FeCl_3 un tamaño de 180 μm , se utilizó la malla N° 0.80 para las diatomitas, siendo el instrumento más fino que posee el laboratorio de Biotecnología de la UCV, Sede Lima Norte.

3.1.2 Color

Tabla N° 9: Color de las diatomitas.

CÓDIGO	Color
TD - 001 Diatomita natural	Blanco
TD - 002 Diatomita modificada con (FeCl_3)	Naranja

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 9 se observa los resultados de color para las dos diatomitas, siendo la diatomita natural tener un color blanco, debido a su naturaleza y del proceso de lavado la cual se repitió varias veces hasta eliminar sus impurezas y para la diatomita modificada con FeCl_3 el color naranja se produce por el proceso de calcinación y el uso del reactivo FeCl_3 0.5M.

3.1.3 pH

Tabla N° 10: pH para las diatomitas

CÓDIGO	pH
TD - 001 Diatomita natural	7.44
TD - 002 Diatomita modificada con FeCl ₃	6.80

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 10 se observa los resultados de pH para las dos diatomitas, siendo para la diatomita natural un pH de 7.44 considerado como ligeramente básico y la diatomita modificada con FeCl₃ un pH de 6.80 ligeramente ácido. Los valores del pH se obtuvieron debido a que se consideró tener un pH neutro durante los tratamientos.

3.1.4 Rendimiento

Tabla N° 11: Rendimiento de la diatomita

Diatomita	Kilogramos Recolectados (kg)	Kilogramos de diatomita seco (kg)	Diatomita Tamizado (kg)	Rendimiento
Natural (T ₁)	0.5	0.3	0.27	54%
Modificada con FeCl ₃ (T ₂)	0.5	0.27	0.20	40%

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 11 se observa el porcentaje del rendimiento para cada diatomita, presentando un mayor porcentaje la diatomita natural T₁ con 54% y la diatomita modificada con FeCl₃ un rendimiento del 40%.

3.2 Resultado inicial del agua de regadío

3.2.1 Muestra inicial de Cr (VI)

Para establecer la cantidad de Cr (VI) presente en el canal de regadío de la zona las Flores del distrito de Puente Piedra se llevó acabo el análisis de la muestra inicial, donde la norma ECA –

Agua, Categoría 3 establece como máximo 0.1 mg/l de cromo para el riego de vegetales de tallo bajo y alto.

Tabla N° 12: Resultado de la muestra inicial de Cr (VI)

Código	ECA – Agua Categoría 3	Resultado de laboratorio	Observación
Muestra Inicial Cr (VI)	0.1 mg/l	0.201 mg/l	Los resultados superan con lo establecido por el ECA-Agua Categoría 3.

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En la tabla N° 12 se observa el resultado inicial del agua de regadío conteniendo 0.201 mg/l de Cr (VI), según el ECA – Agua Categoría 3 está excede lo permitido, esto se debería a la mala disposición de los residuos sólidos y de productos químicos en los canales de riego de la zona, además de las descargas de los efluentes industriales.

3.2.2 Muestra inicial del pH, C.E, O.D y Turbidez

Tabla N° 13: Resultado de la muestra inicial para pH, C.E, O.D y Turbidez

Parámetro	Resultado	ECA - Agua Categoría 3	Observación
pH	6.51	6,5 – 8,5	Condiciones normales
C.E	1635 μ S/cm	< 2500 μ S/cm	Condiciones normales
O.D	2.91 mg/l	\geq 4 mg/l	Por debajo de lo establecido en el ECA –Agua Categoría 3.
Turbidez	310 NTU	No aplica	Turbiedad alta.

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 13 se observa los resultados iniciales de los parámetros pH, C.E, O.D y Turbidez, siendo el pH tener un resultado inicial de 6,51 y para la C.E el resultado inicial de 1635 μ S/cm demostrando estar en condiciones normales según la norma ECA-Agua, Categoría, 3, para el O.D el nivel estable es de \geq 4 mg/l, con respecto al resultado inicial se obtuvo 2.91 mg/l, entendiéndose que está por debajo de lo requerido por el ECA. En el caso de Turbidez no se encuentra considerado en el ECA - AGUA Categoría 3, los resultados iniciales

demuestran tener 310 NTU la cual se consideró como una turbidez alta, debido al contener gran cantidad de materiales en suspensión.

3.3 Resultados de los tratamientos

3.3.1 Resultados de la concentración final para Cr (VI)

Tabla N° 14: Resultados de los tratamientos (T₁) y (T₂) para Cr (VI)

Tratamiento	Concentración inicial del Cr (VI) (mg/l)	Dosis inicial (g/l)	Concentración final de Cr (VI) (mg/l)
T ₁ (Diatomita Natural)	0.201	3	0.014
		3	0.013
		3	0.012
	PROMEDIO		0.013
	0.201	5	0.015
		5	0.016
		5	0.015
	PROMEDIO		0.015
	0.201	10	0.017
		10	0.018
		10	0.019
	PROMEDIO		0.018
T ₂ (Diatomita modificada con FeCl ₃)	0.201	3	0.026
		3	0.025
		3	0.024
	PROMEDIO		0.025
	0.201	5	0.028
		5	0.027
		5	0.026
	PROMEDIO		0.027
	0.201	10	0.029
		10	0.029
		10	0.028
	PROMEDIO		0.029

Fuente: Laboratorio de Espectrometría UNI, 2018

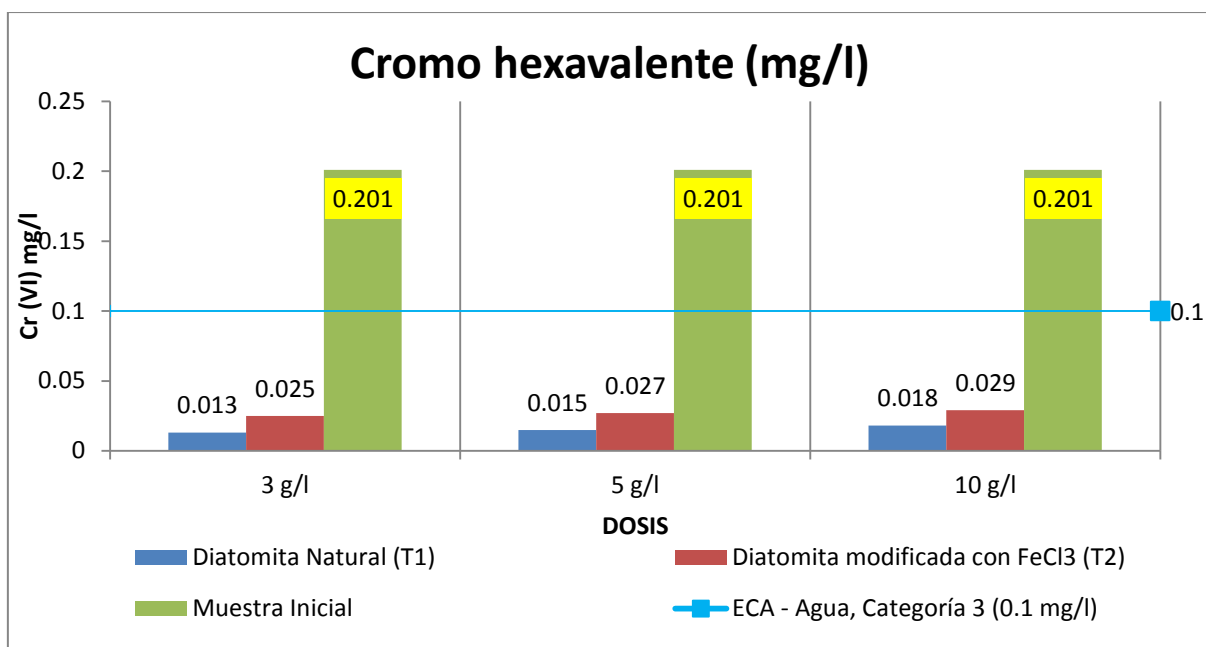


Gráfico N° 1: Promedio de los resultados de Cr (VI)

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el gráfico N° 1 se observa los promedios de los resultados finales para cromo (VI) en los tratamientos T₁ y T₂, siendo el tratamiento T₁ presentar la mejor capacidad de remoción con dosis de 3 gramos de diatomita natural con un resultado de 0.013 mg/l de Cr (VI) y para el tratamiento T₂ la mejor remoción fue con dosis de 3 gramos de diatomita modificada con FeCl₃ con un resultado de 0.025 mg/l.

3.3.2 Resultados de la concentración final para pH, C.E, O.D y Turbidez

Tabla N° 15: Resultados de los tratamientos (T₁) y (T₂) para pH, C.E, O.D y Turbidez

Tratamiento	Cantidad inicial (g/l)	pH	C.E (μS/cm)	O.D (mg/l)	Turbidez (NTU)
T1 (Diatomita natural)	3	6.50	1200	4.54	10
	3	6.60	1209	4.51	11.8
	3	6.62	1217	4.59	9.2
	PROMEDIO	6.57	1209	4.55	10.33
	5	6.63	1119	4.81	9.4
	5	6.69	1127	4.77	9.39

	5	6.79	1126	4.89	9.41
	PROMEDIO	6.70	1124	4.82	9.40
	10	6.65	1007	4.76	8.4
	10	6.58	1015	4.86	8.44
	10	6.72	1011	4.59	8.38
	PROMEDIO	6.65	1011	4.74	8.41
T2 (Diatomita modificada con FeCl ₃)	3	6.59	1310	5.67	1.1
	3	6.60	1319	5.59	1.3
	3	6.63	1325	5.98	1.2
	PROMEDIO	6.61	1318	5.75	1.20
	5	5.88	1460	5.37	1.2
	5	5.99	1469	5.11	1.1
	5	5.59	1452	5.29	1.4
	PROMEDIO	5.82	1460	5.26	1.23
	10	4.44	1492	6.44	10
	10	4.25	1478	6.22	9.56
	10	4.38	1482	6.39	9.88
	PROMEDIO	4.36	1484	6.35	9.81

Fuente: Laboratorio de Biotecnología UCV, Sede Lima Norte, 2018

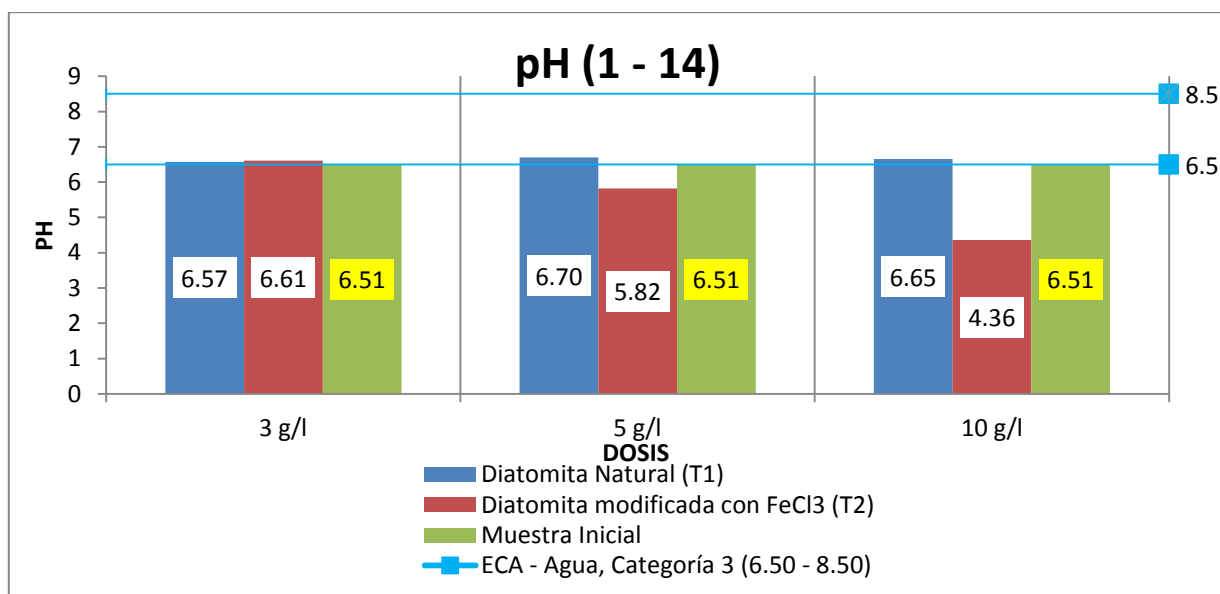


Gráfico N° 2: Promedio de la concentración del pH.

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el gráfico N° 2 se observa el promedio de las concentraciones de pH presentes en el tratamientos T₁ y T₂, siendo para el tratamiento T₁ diatomita natural con dosis de 3, 5 y 10 gramos estar en condiciones normales según el ECA – Agua Categoría 3, que establece tener un rango de 6,5 – 8,5 y para el tratamiento T₂ la dosis con 3 gramos de diatomita modificada con FeCl₃ se encuentra en condiciones normales según la norma, con respecto a la dosis de 5 y 10 gramos el pH disminuyó en (5.82) y (4.36) concluyendo que, no están en condiciones aceptables según el ECA – Agua Categoría 3.

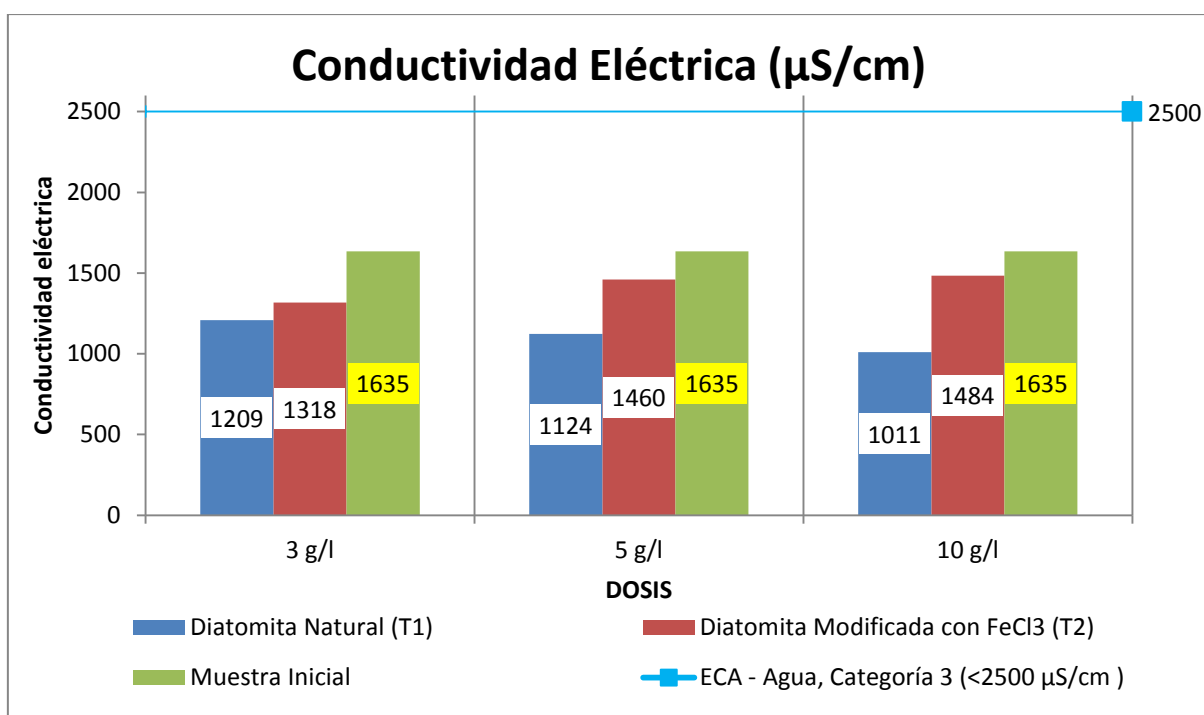


Gráfico N° 03: Promedio de concentración de la conductividad eléctrica (C.E).

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el gráfico N° 3 se observa el promedio de concentración de la conductividad eléctrica (C.E), siendo para los tratamientos T₁ y T₂ diatomita natural y modificada con FeCl₃ estar en condiciones normales según el ECA – Agua Categoría 3 que establece < 2500 μS/cm.

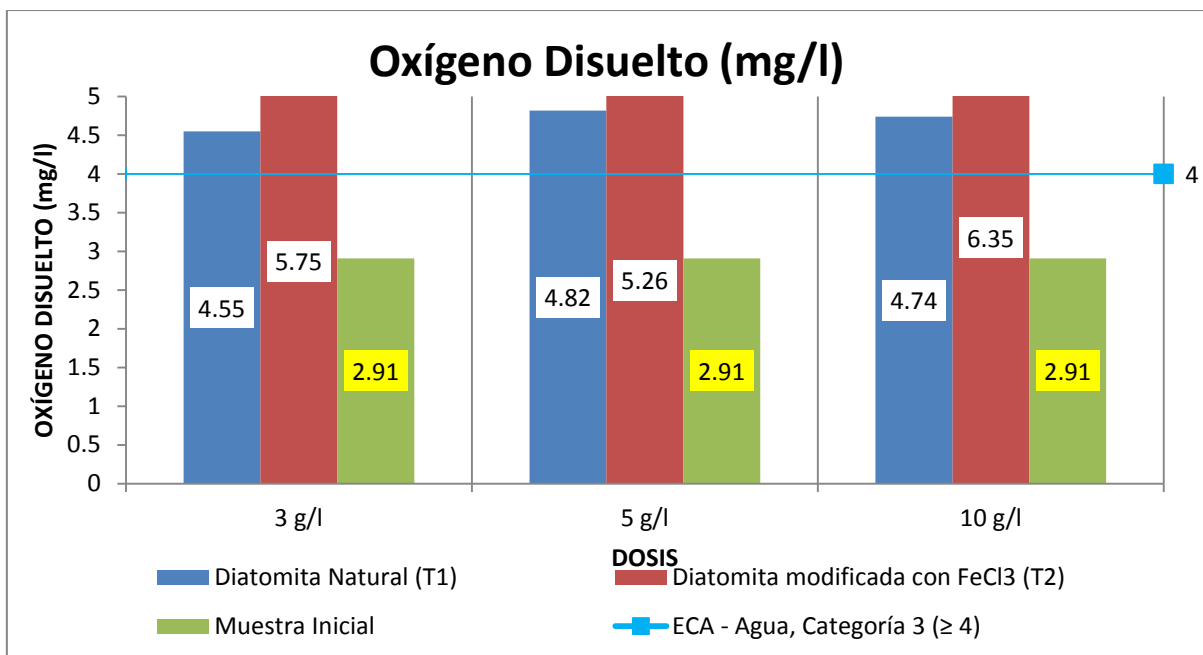


Gráfico N° 4: Promedio de la concentración del Oxígeno Disuelto (OD)

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el gráfico N° 4 se observa el promedio de las concentraciones del Oxígeno Disuelto (O.D) presente en el tratamiento T₁ y T₂ estudiado, siendo para los dos tipos de diatomita (natural y modificada con FeCl₃) estar en condiciones normales según el ECA – Agua Categoría 3.

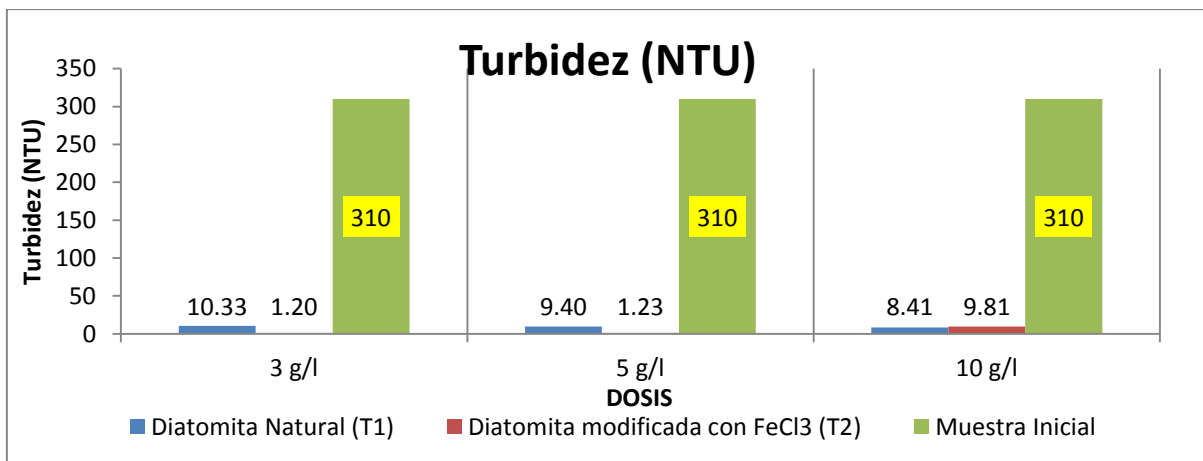


Gráfico N° 5: Promedio de la concentración de Turbidez

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el gráfico N° 5 se observa el promedio de la concentración de Turbidez presente en el tratamiento T1 y T2 estudiado, siendo para la diatomita natural y modificada con FeCl_3 reducir gran cantidad de partículas en suspensión en comparación de la muestra inicial que contenía 310 NTU.

En la siguiente tabla se muestra la determinación promedio de la dosis óptima en los tratamientos (T_1) y (T_2) teniendo como indicador el porcentaje de remoción del cromo (VI).

3.4 Resultado de la dosis óptima

3.4.1 Dosis óptima

Tabla N° 16: Determinación promedio de la dosis óptima de la diatomita

Tratamiento (T)	Dosis (g/l)	Remoción (%)
T ₁ (Diatomita Natural)	3	93.53
	5	92.38
	10	91.04
T ₂ (Diatomita modificada con FeCl_3)	3	87.56
	5	86.57
	10	85.74

Fuente: Elaboración Propia, 2018

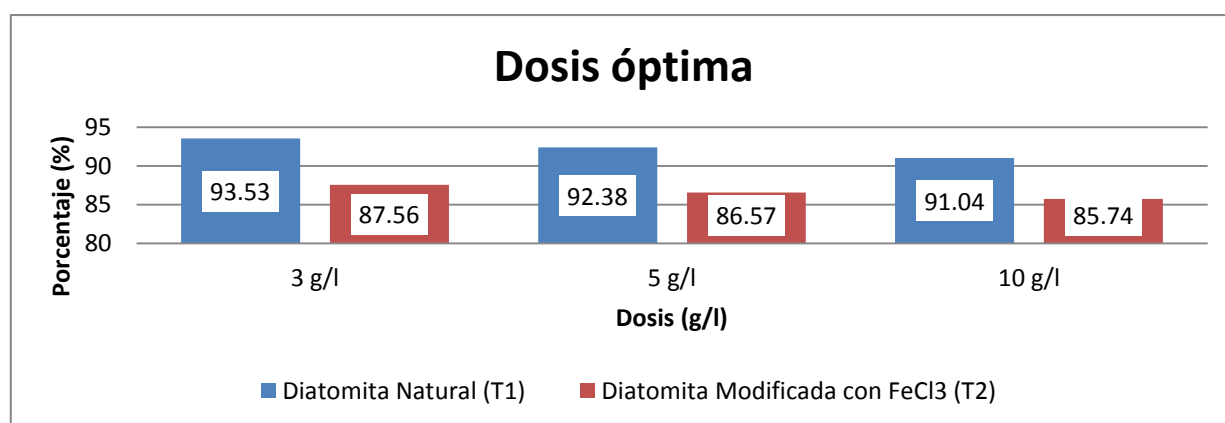


Gráfico N° 6: Determinación promedio de la dosis óptima

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la gráfico N° 6 se observa las dosis de 3,5 y 10 gramos para cada tratamiento T₁ y T₂ estudiado, indicando que el tratamiento T₁ diatomita natural presenta el mejor resultado con dosis óptima de 3 gramos y porcentaje de remoción de Cr (VI) al 93.53%, con respecto a los demás tratamientos.

3.4.2 Capacidad de adsorción

Tabla N° 17: Capacidad de adsorción de la diatomita

Tratamiento	Dosis (g/l)	Concentración inicial Cr (VI)	Concentración final Cr (VI)	Capacidad de adsorción(qe)
T ₁ (Diatomita natural)	3	0.201 mg/l	0.013 mg/l	0.063
	5		0.015 mg/l	0.037
	10		0.018 mg/l	0.018
T ₂ (Diatomita modificada con FeCl ₃)	3	0.201 mg/l	0.025 mg/l	0.059
	5		0.027 mg/l	0.035
	10		0.029 mg/l	0.017

Fuente: Elaboración propia, 2018

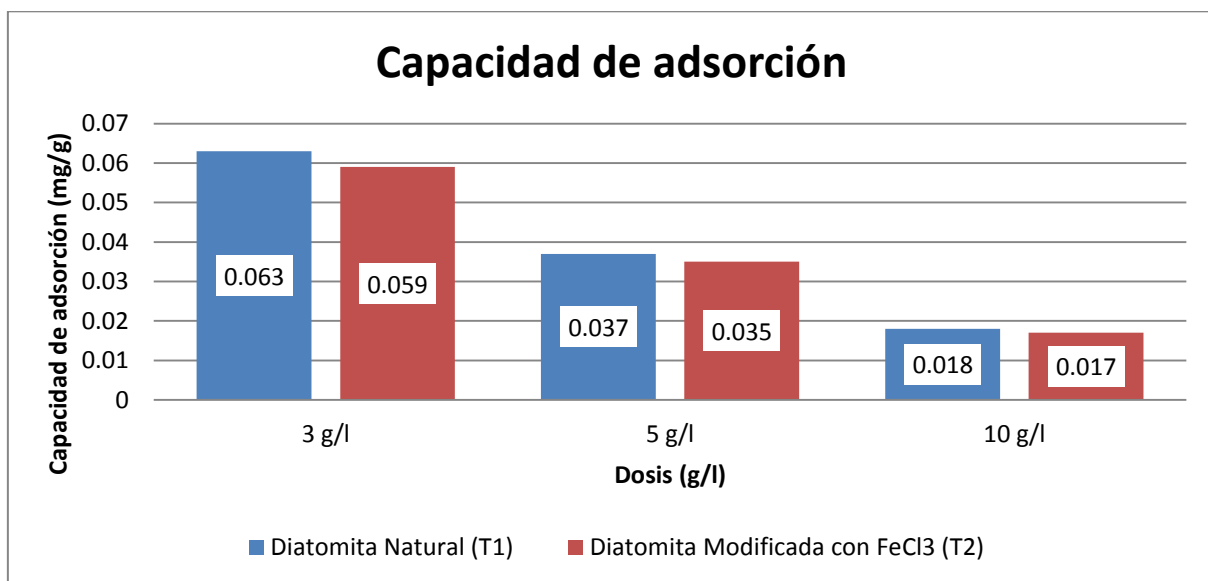


Gráfico N° 7: Determinación promedio de la capacidad de adsorción del Cr (VI)

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el gráfico N° 7 se observa que las diatomitas son muy eficientes en la adsorción del Cr (VI), siendo para el tratamiento T₁ el mejor resultado con dosis de 3 gramos con un resultado de 0.063 mg de Cr (VI) por gramo de diatomita natural y para el tratamiento T₂ la mejor remoción ocurrió con dosis de 3 gramos con un resultado de 0.059 mg de Cr (VI) por gramo de diatomita modificada con FeCl₃.

3.3.4 Resultados análisis estadísticos

3.3.4.1 Prueba de ANOVA

Para comprobar los resultados obtenidos durante los tratamientos de remoción de Cr (VI) y confirmar que al utilizar dos tipos de diatomita existe diferencia significativa, se utilizó la distribución ANOVA, de las cuales se establecieron dos hipótesis; hipótesis nula (H₀) y la hipótesis alterna (H_a)

Dónde:

H₀= Todas las medias son iguales.

H_a= Por lo menos una media es diferente.

Nivel de significancia α : 0.05

Tabla N° 18: Resultados estadísticos ANOVA en el tratamiento del Cr (VI)

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor p	Valor F
Tratamiento	1	0.00058	0.00058		<.0001
Dosis	2	0.000056	0.000028		<.0001
Cromo	1	0.000010	0.000010		<.0001
Trata*Dosis	2	0	0		

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 18 se observa el resultado estadístico ANOVA en el tratamiento de Cr (VI) en aguas de regadío, dando como valor de significancia (Valor F) menor a 0.05, lo que significa

el rechazo de la hipótesis nula es decir por lo menos una media es diferente entre los tratamientos, lo que quiere decir que los dos tipos de diatomitas si influyen en la remoción del cromo hexavalente. Para saber cuál de las medias presenta diferencia significativa, se sometió a la prueba de contraste Tukey.

Tabla N° 19: Prueba de contraste Tukey

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	0.02689	9	T2
B	0.01544	9	T1

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 19 se observa la prueba de contraste Tukey, en donde se presentan los tratamientos (T₁) y (T₂), las cuales se encontró que efectivamente hay diferencia significativa y los resultados son diferentes en la remoción del Cr (VI) y que el tratamiento T₁ es el mejor con 0.01544 mg/l de Cr (VI), seguido por el tratamiento T₂ con una remoción de cromo (VI) al 0.02689 mg/l.

Tabla N° 20: Resultado estadístico ANOVA en la dosis para Cr (VI)

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor p	Valor F
Tratamiento	1	0	0		
Dosis	2	0	0		
Cromo	1	9.33333E-6	9.33333E-6		<.0001
Trata*Dosis	2	0	0		

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 20 se observa los resultados estadísticos ANOVA en la dosis para Cr (VI), el análisis de varianza obtenido después del tratamiento dio valor de significancia (Valor F) menor a 0.05, lo que significa se rechaza la hipótesis nula, es decir la dosis de 3, 5 y 10 gramos presentan diferencia y las variables se encuentran relacionadas. Para conocer cuál de las dosis presenta mejor resultado, se utilizó la prueba de contraste Tukey.

Tabla N° 21: Prueba de contraste Tukey

Tukey Grouping	Mean	N	Dosis
A	0.02333	6	D3
B	0.02117	6	D2
C	0.01900	6	D1

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 21 se observa la prueba de contraste Tukey, donde se presentan tres dosis D1 (3 gramos), D2 (5 gramos) y D3 (10 gramos) y que la mejor dosis para la reducción del Cr (VI) se encuentra en el tratamiento T₁, con dosis D1 (3 gramos de diatomita natural), seguido de la dosis D2 (5 gramos) y por último la dosis D3 (10 gramos).

Tabla N° 22: Resultado estadístico ANOVA para el pH

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor p	Valor F
Tratamiento	1	4.9402	4.94027		<.0001
Dosis	2	3.7274	4.2571		<.0001
PH	1	20.000	0.000		<.0001
Trata*Dosis	2	0	0.000		

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 22 se observa los resultados estadísticos ANOVA para el pH del agua del canal de regadío situado en la localidad de Puente Piedra, el análisis de varianza obtenido después del tratamiento dio el valor de significancia (Valor F) menor a 0.005, lo que significa, el rechazo de la hipótesis nula y las medias presentan diferencia significativa entre los tratamientos, lo que quiere decir que el pH del agua del canal de regadío contaminada es diferente y las variables están relacionadas. Para comprobar si las medias presentan diferencia significativa, se sometió a la prueba de contraste Tukey.

Tabla N° 23: Prueba de contraste Tukey

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	6.642	9	T1
B	5.594	9	T2

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 23 se observa la prueba de contraste Tukey, donde se presentan dos tratamientos T₁ y T₂, encontrando que existe diferencia significativa, siendo el T₁ el mejor por estar a niveles aceptables según el ECA-Agua Categoría 3, seguido del T₂.

Tabla N° 24: Resultado estadístico ANOVA para Conductividad eléctrica (C.E)

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor p	Valor F
Tratamiento	1	421974.2	421974.2		<.0001
Dosis	2	6154.3	3077.166		<.0001
C.E	1	101807.4	101807.4		<.0001
Trata*Dosis	2	0	0		

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 24 se observa el resultado estadístico ANOVA para la conductividad eléctrica, obteniendo el valor de significancia (Valor F) menor a 0.005, es decir, se rechaza la hipótesis nula y las medias presentan diferencia significativa entre los tratamientos, por lo menos uno de los resultados de la conductividad eléctrica es diferente y las variables se encuentran relacionadas. Para conocer el mejor promedio, se sometió a la prueba de contraste Tukey.

Tabla N° 25: Prueba de contraste Tukey

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	1421	9	T2
B	1115	9	T1

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 25 se observa la prueba de contraste Tukey, donde se presentan los tratamientos T_1 y T_2 , según el ECA-Agua, Categoría 3 establece un rango $< 2500 \mu\text{S/cm}$ para la conductividad eléctrica, es decir los dos tratamientos presentaron mejores resultados debido a que están en el rango de lo permitido según la norma ambiental.

Tabla N° 26: Resultado estadístico ANOVA para el Oxígeno Disuelto (O.D)

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor p	Valor F
Tratamiento	1	5.2704	5.2704		<.0001
Dosis	2	0.8441	0.4220		<.0001
O.D	1	1.2704	1.2704		<.0001
Trata*Dosis	2	0	0		

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 26 se observa los resultados estadísticos ANOVA para el oxígeno disuelto (O.D) presentes en cada tratamiento, el análisis de varianza obtenido después del tratamiento dio el valor de significancia (Valor F) menor a 0.005, es decir, se rechaza la hipótesis nula y las medias presentan diferencia significativa entre los tratamientos, demostrando que al menos uno de los resultados para el oxígeno disuelto es diferente. Para conocer el mejor resultado, se sometió a la prueba de contraste Tukey.

Tabla N° 27: Prueba de contraste Tukey

Tukey Grouping	Mean	N	Dosis
A	5.784	9	T2
B	4.702	9	T1

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 27 se observa la prueba de contraste Tukey, donde se presentan el tratamiento T_1 (diatomita natural) y T_2 (diatomita modificada con FeCl_3), según el ECA-Agua Categoría 3 establece un rango $\geq 4 \text{ mg/l}$ para oxígeno disuelto, es decir el tratamiento T_1 y T_2 fueron mejores, debido a que están en el rango según la norma ECA – Agua Categoría 3.

Tabla N° 28: Resultado estadístico ANOVA para la Turbidez

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor p	Valor F
Tratamiento	1	126.29	126.29		<.0001
Dosis	2	51.53	25.769		<.0001
Turbidez	1	105.5	105.55		<.0001
Trata*Dosis	2	0	0		

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 28 se observa los resultados estadísticos ANOVA para la Turbidez, el análisis de varianza obtenido después del tratamiento dio el valor de significancia (Valor F) menor a 0.005, es decir, se rechaza la hipótesis nula y las medias presentan diferencia significativa entre los tratamientos, demostrando que al menos uno de los resultados es diferente. Para conocer cuál de los tratamientos fue el mejor se realizó la prueba de contrastes Tukey.

Tabla N° 29: Prueba de contraste Tukey

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	9.380	9	T1
B	4.082	9	T2

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la tabla N° 29 se observa la prueba de contraste Tukey para la turbiedad, encontrando que efectivamente hay diferencia significativa y que el mejor resultado es el tratamiento T₂, seguido del tratamiento T₁.

IV. DISCUSIÓN

De los datos obtenidos de la investigación se pudo observar que la diatomita natural (T_1) obtuvo la mejor adsorción con un 93.53% de remoción del Cr (VI) y la diatomita modificada con FeCl_3 una remoción de Cr (VI) al 87.57%, según ALBIS, A (2017), menciona, este fenómeno se produce cuando las partículas de cromo (VI) son atraídas a una superficie sólida como la diatomita a través de fuerzas físicas, según lo estudiado por Rodríguez, K (2017), quien utilizó polímeros de cáscara de plátano (hartón, palillo e isla), con granulometría de 250 μm y pH del medio de 3 para remover Cr (VI), los resultados óptimos se realizaron con el polímero de cáscara de plátano tipo hartón al 62% de remoción de Cr (VI). Por lo que se deduce que la diatomita natural y el polímero de cáscara de plátano hartón presentaron tener alta capacidad de adsorción, los factores que intervinieron fueron la granulometría y el pH del medio, las dos investigaciones se realizaron con pH del medio diferentes, para el polímero de la cascara de plátano pH 3 (ácido), en comparación con los experimentos de la diatomita el pH del medio de 6.51 (ligeramente ácido).

Por otro lado, los resultados de las características de las diatomitas favorecieron a la remoción del cromo (VI), se tomó en cuenta el parámetro de granulometría 180 μm y pH 6.80 para el (T_1) y 7.44 para el (T_2), teniendo como mejor resultado el tratamiento T_1 diatomita natural con dosis de 3 gramos, pH de 6.80 y granulometría de 180 μm llegando a remover 0.013 mg/l de Cr (VI), según JÁUREGUI, J (2015), menciona, la disminución del tamaño es favorable debido a que genera mayor área superficial mejorando el proceso de adsorción, esto se relaciona con Estrada, A (2016) menciona que las diatomitas gracias a su porosidad, canales y cavidades, presenta tener gran superficie específica y alta capacidad de adsorción, según los resultados de granulometría N° 70 mesh (210 μm) demostró una remoción del 96.08% de arsénico. De la misma manera Parravicini, J (2016) quien utilizó carbón activado de tres tipos de cáscara (coco, plátano y naranja) con 3 tipos de granulometrías (0.850mm, 0.425mm y 0.250mm), demostró que la mejor remoción de cromo hexavalente fue con el carbón activado de cáscara de coco con granulometría de 0.425 mm removiendo en un 70% el Cr (VI), de lo cual podemos deducir que las diatomitas y los carbonos activados de la cascara de coco contienen partículas finas y presentan gran área superficial favoreciendo al proceso de adsorción.

Con respecto a la dosis óptima de las diatomitas, el tratamiento T₁ fue el mejor con dosis de 3 gramos de diatomita natural con un porcentaje de remoción del 93.53% y el tratamiento T₂ la dosis óptima fue con 3 gramos de diatomita modificada con FeCl₃ al 87.56% de remoción de Cr (VI), según IZQUIERDO, A (2015), menciona, la dosis óptima consiste en la adición de coagulantes con cierta afinidad a los contaminantes para poder ser atrapados en su superficie, esto se relaciona por lo propuesto por TEJADA, C [et al] (2017) quien utilizó cáscara de cacao y su modificación con HCl y NaOH con dosis de 5 gramos, granulometría de (0.355, 0.5 y 1 mm) demostrando que la cáscara modificada con HCl presentó la mejor remoción con tamaño óptimo de 0.355 mm y dosis de 5 gramos al 84% de remoción de Cr (VI), de lo cual deducimos que al aplicar dosis pequeñas a materiales modificados presentan tener resultados favorables en la remoción del Cr (VI).

Con respecto a la capacidad de adsorción del cromo (VI), el tratamiento T₁ con 3 gramos de diatomita natural presentó mejores resultados con 0.063 mg/g y el tratamiento T₂ diatomita modificada con FeCl₃ con dosis de 3 gramos presentó mejores resultados con 0.059 mg/g, esto se relaciona con Tejeda, C (2014), quien empleó la cáscara de ñame y bagazo de palma modificado con ácido cítrico, con granulometría de (0.355 – 0.5 - 1 mm), los resultados demostraron que el bagazo de palma modificado con granulometría de 1 mm tiene una capacidad de adsorción de 41, 57 mg/g. Por lo que, se deduce que el uso de materiales modificados presenta tener gran capacidad de adsorción, siendo de gran ventaja para el proceso de adsorción.

Con respecto a los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas del agua de regadío se demostró que el tratamiento T₁ diatomita natural, demostró ser eficiente en los parámetros de Cr (VI), pH, C.E, O.D y turbidez, presentando resultados favorables según los criterios del ECA-Agua Categoría 3, según TATE, D (2014) menciona, la calidad del agua es la condición que debe de cumplirse para mantenerse en un ambiente equilibrado, se deben de cumplir normas para evaluar su cumplimiento, esto se relacionado con el trabajo de Estrada, A (2016), quien empleó la diatomita para disminuir el Arsénico, turbiedad, temperatura y pH, utilizando una granulometría de 70 mesh y filtro de 15 cm presentó resultados favorables según los LMP para consumo humano. Por lo que podemos decir que el empleo de la diatomita natural es una alternativa para tratar agua contaminadas con metales pesados.

V. CONCLUSIONES

Se determinó la adsorción del Cr (VI) en los dos tratamientos (T_1) y (T_2), siendo para la diatomita natural (T_1) presentar el mejor resultado con 93.53% de remoción y para la diatomita modificada con $FeCl_3$ (T_2) mejor resultado al 87.57% de remoción, por lo que se deduce que los dos tipos de diatomita si influyen significativamente en el proceso de adsorción de Cr (VI).

Se determinó las características de las diatomitas, siendo el tratamiento T_1 diatomita natural con granulometría de 180 μm y pH 7.44 presentar mejores resultados para Cr (VI), pH, C.E, O.D y Turbidez según la norma ECA – Agua, Categoría 3 y el tratamiento T_2 diatomita modificada con $FeCl_3$ con granulometría de 180 μm y pH de 6.80 presentar resultados favorables para Cr (VI), C.E, O.D y Turbidez, cabe resaltar los resultados de pH fueron favorables con dosis de 3 gramos y para la dosis de 5 y 10 gramos, el agua bajó su pH por ende no están en el rango de lo establecido por el ECA-Agua Categoría 3, (6.5 - 8.5).

Se determinó la dosis óptima en donde el tratamiento T_1 diatomita natural con 3 gramos obtuvo mejor resultado con el 93.53% de remoción de Cr (VI) en aguas de regadío, además de mejorar las características fisicoquímicas del agua contaminada para pH, C.E, O.D y Turbidez según los criterios del ECA-Agua, Categoría 3.

Se determinó la capacidad de adsorción de los dos tratamientos (T_1) y (T_2), siendo para la diatomita natural (T_1) presentar la mejor capacidad de adsorción al 0.063 mg/g y para la diatomita modificada con $FeCl_3$ (T_2) una capacidad de adsorción al 0.059 mg/g, los factores que influyeron fueron el tamaño de partículas y la cantidad de dosis a emplear.

Se determinó las características físicas y químicas del agua de regadío, concluyendo que el tratamiento T_1 presentó resultados favorables con respecto al Cr (VI), pH, C.E, O.D y Turbidez, estando en condiciones óptimas según lo establecido por el ECA- Agua Categoría 3.

VI: RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de la diatomita como adsorbente natural y modificada con FeCl_3 , ya que demuestran ser eficientes durante el proceso de adsorción, además ampliar la investigación evaluando el proceso de desorción.

Se recomienda utilizar dosis mínimas cuando se modificada la diatomita, porque al adicionar cantidades elevadas provocan deficiencias en el proceso de adsorción, debido al exceso de FeCl_3 , produciendo un cambio de color a naranja, es por ello que los resultados de turbidez aumentaron su contenido con dosis de 5 y 10 gramos y el pH del agua elevó su acidez.

Se recomienda realizar otras investigaciones utilizando biomasas naturales como desechos de restos orgánicos y seguir el proceso modificación química con FeCl_3 para remover Cr (VI).

VII: REFERENCIAS

Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Resumen de Salud Pública Cromo. 2012. [Fecha de Consulta: 01 de noviembre del 2018].

Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs7.pdf

ALBIS, Alberto. Remoción de Cromo Hexavalente de Soluciones Acuosas usando Cáscara de yuca (*Manihot esculenta*): Experimentos en Columna. 2017.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5880491>

ASASIAN, Neda [et al.]. Enhanced mercury adsorption capacity by sulfurization of activated carbon with SO₂ in a bubbling fluidized bed reactor. 2014. J. Taiwan Inst. Chem. [Fecha de consulta: 05 Agosto del 2018].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876107013002733>

CASTILLA, S. Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez. Tesis (Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Antiplano Puno. 2014.

Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla_Quispe_Sergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CASTRO, R. Contaminación por metales pesados cadmio y plomo en agua, sedimento y en mejillón *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) en los puentes 5 de junio y perimetral (estero salado, Guayaquil - Ecuador). Tesis (Biólogo). Guayaquil: Universidad del Guayaquil. 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20970/1/TESIS%2018%20AGOSTO%20ROBERTO%20CARLOS%20CASTRO%20GUERRERO.pdf>

CAZORLA CALDERÓN, Ciro Gaspar. Evaluación de la variación y desarrollo de la resistencia a compresión, consistencia y peso unitario del concreto adicionado con diatomita en diferentes porcentajes usando agregados de las canteras de Vicho y Cunyac. 2016.

Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/726>

CHUCHULLO, Henry. Estudio del uso de tierra de diatomita para limpiar por filtración la solución de sx en xstrata tintaya. Tesis (Ingeniero Metalúrgico). Universidad Nacional de San Agustín.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/149/B2-M-18246.pdf?sequence=1>

Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, Evaluación de la Calidad Sanitaria de Las Aguas del Río Chillón 2011. 2012. [en línea] Abril 2012 [Fecha de Consulta: 01 de noviembre del 2018].

Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2011/RIO_CHILLON_2011.pdf

ESTRADA, Alonso. Disminución de arsénico mediante un filtro de diatomita del agua de afloramiento subterráneo en el campo Cedro – Pataz. Tesis (Ingeniería Ambiental). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2016.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/6790>

GONZALES, A, GUERRA, J. Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y zinc (Zn) con cáscara de plátano (Musa Sapientum), en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico. Tesis (Ingeniero Metalurgista). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2016.

Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8756/GONZALES%20JIMENEZ%2C%20ALEJANDRO%20EDER%3B%20GUERRA%20MORENO%2C%20JULIO%20CESAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IZQUIERDO, A. Determinación de la dosis óptima del coagulante sulfato de aluminio aplicado en la planta de tratamiento de agua de la central termoeléctrica “El Descanso”. Cuenca: Universidad de Cuenca. 2015.

Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23008>

JÁUREGUI, J. Adsorción y desorción de iones plata sobre quitina y quitosano de *Litopenaeus Vannamei*. Tesis (Magister en Química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2015.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6851/JAUREGUI JOHN A DSRCION IONES PLATA QUITOSANO.pdf?sequence=1>

MENDIETA, D. Remoción de Cd por *Musa cavendishii*, L. Tesis (Licenciatura en ciencias ambientales). México: Universidad Autónoma del Estado de México. 2016.

Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58718/UAEM-FAPUR-TESIS-PE%C3%91A%20MENDIETA%20DIANA.pdf?sequence=1>

MENDOZA, MIGUEL. Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú. Tesis (Magister en Química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2018.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/12256/MENDOZA FUENTE S MIGUEL AGUA SUPERFICIAL.pdf?sequence=1>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. 2014. [en línea] Abril 2014 [Fecha de Consulta: 10 de noviembre del 2018].

Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

ORTIZ, Marel. Efecto de la modificación de las semillas de guayaba en la remoción de Cr (VI) de soluciones acuosas en procesos tipo batch. Tesis (Ingeniería Ambiental). Michoacan: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2014

PARRAVICINI, Justo. Efecto del tipo de carbón activado en la Adsorción de Cromo del agua residual de la etapa de curtido. Tesis (Ingeniería Ambiental). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2016.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/6938>

POLO, Mario. Estos son los índices de contaminación de agua en el Perú. AgenciaPeru. Fecha de Consulta: 01 de noviembre del 2018.

Disponible en: <http://agenciaperu.net/estos-son-los-indices-de-contaminacion-de-agua-en-el-peru/>

QUISPE. R. Evaluación de la concentración de metales pesados (cromo, cadmio y plomo) en los sedimentos superficiales en el río Coata, 2017. Tesis (Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Antiplano. 2017.

RAMIREZ, Jose. Diatomitas en el Perú Características y aplicaciones.

Disponible en: <https://es.slideshare.net/ingemmet/diatomitas-en-el-per-caractersticas-y-aplicaciones>

RAMIREZ, Jose. Evaluación geológica de diatomitas en la cuenca Ayacucho y sus implicancias económicas. Tesis (Ingeniero Geólogo). Lima: Univerisad Nacional de Ingeniería. 2012.

Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1338/1/ramirez_cj.pdf

RODRIGUEZ, Katerine. Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl- 2017. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima Norte: Universidad Cesar Vallejo. 2017.

Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21776/RODRIGUEZ_FK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROJAS, Karen. Remoción de Arsénico (VI) y Cromo (VI) presente en lechos acuáticos mediante el uso de la tierra de diatomeas recubiertas con sales de hierro, Arequipa 2016. Tesis (Maestro en Química del Medio Ambiente). Universidad Católica de Santa María. 2016.

Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/CONCYTEC/273/1/Tesis%20-%20Rojas%20Tamata%20Karen.pdf>

SOLIER, L. Evaluación de la eficiencia del floculante de sulfato de aluminio y polifloc (policloruro de aluminio) empleado en las depuración de aguas con baja turbiedad en la planta de tratamiento de agua potable Quicapata – Ayacucho. Tesis (Ingeniero Químico). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. 2014.

Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1037/Tesis%20Q476_Ore.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TATE, Donald M. Principios del uso eficiente del agua. *Consultado el*, 2014, vol. 2.

Disponible en: <http://www.desastres.hn/docum/Honduras/PRINCIPIOSDELUSOEficienTEDELAGUA.pdf>

TEJADA, Candelaria, Villabona, Ángel y MARIMÓM, Wilfredo. Biosorción de cromo (VI) en aguas usando material lignocelulósico modificado. Revista Educación en Ingeniería. 2014, vol. 9 no 17, p 86. [Fecha de consulta: 30 octubre del 2018].

Disponible en: <https://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/290> ISSN: 1900-8260

TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel; JIMÉNEZ, María. Remoción de cromo hexavalente sobre residuos de cacao pretratados químicamente. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 2017, vol. 20, no 1, p. 139-147.

Disponible en: https://scholar.google.com.pe/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Remoci%C3%B3n+de+cromo+hexavalente+sobre+residuos+de+cacao+pretratados+qu%C3%ADmicamente&btnG

TEJEDA, Lesly, [et al]. Estudio de modificación química y física de biomasa (*Citrus sinensis* y *Musa paradisiaca*) para la adsorción de metales pesados en solución. *Revista Luna Azul*, 2014, no 39.

Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/3217/321732142008/>

TEVES, BETTY. Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Caca, región Lima. Tesis (Magister en Química). Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú. 2016.

Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6797/TEVES_AGUIRRE_BETTY_ESTUDIO_FISICOQUIMICO_AGUA_RIO_CACRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TORAB, Meisam [et al.]. Equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies for biosorption of cadmium and nickel on grapefruit peel. 2013 J. Taiwan Inst. Chem. [Fecha de consulta: 25 julio del 2018].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187610701200171X>

TOVAR, Candelaria Tejada; ORTIZ, Angel Villabona; PATERNINA, Erika Ruiz. Cinética de adsorción de Cr (VI) usando biomasas residuales modificadas químicamente en sistemas por lotes y continuo. *Revista Ion*, 2015, vol. 28, no 1.

Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/download/4952/5123>

TRUJILLO, D. [et al]. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. *Revista Ion*, 2014, vol. 27, no 1, p. 20.

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-100X2014000100003&script=sci_arttext&tlng=pt

TRUJILLO, Daniela, et al. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. *Revista Ion*, 2014, vol. 27, no 1, p. 17-34.

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-100X2014000100003&script=sci_arttext&tlng=pt

VERA, Luisa, et al. Eliminación de los metales pesados de las aguas residuales mineras utilizando el bagazo de caña como biosorbente. *Afinidad*, 2016, vol. 73, no 573.

Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/308436>

VERDUGO, José Francisco. Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de la mandarina (*Citrus Reticuata* Var. Clementina). 2017. Tesis de Licenciatura.

Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14249>

Villegas, Daniel. Evaluación teórico-experimental del proceso de adsorción de axianiones de cromo y arsénico en resinas porosas altamente entrecruzadas utilizando un modelo hidrogeoquímico. Tesis (Maestro en Ciencias). 2018.


Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI22498.pdf>

ZEVALLOS, S. Calidad del agua, bioacumulación de metales pesados y niveles de estrés en la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Challhuaacho, Apurímac. Tesis (Maestro en Sanidad Agrícola). Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2018.

Disponible en: http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3645/Calidad_ZevallosDeLaTorre_Samanta.pdf?sequence=1&isAllowed=y


ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de Observación para la recolección de la diatomita

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	“Adsorción de la diatomita en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018”	
	Ficha de Observación para la recolección de la diatomita	
Indicadores	Tratamiento T₁ Diatomita natural	Tratamiento T₂ Diatomita modificada con FeCl₃
Granulometría	180 µm	180 µm
Dosis	3,5 y 10 gramos	3,5 y 10 gramos
pH	6.80	7.44
Color	Blanco	Naranja
Rendimiento	54%	40%
Velocidad de agitación	100 RPM	100 RPM
Tiempo de contacto	15 minutos	15 minutos
Kilogramos recolectados	0.5 kg (500 gramos)	0.5 kg (500 gramos)
Kilogramos de diatomita procesada	300 gramos	270 gramo
Kilogramos de diatomita tamizada	270 gramos	200 gramos

Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO 2: Ficha de observación de las concentraciones de Cr (VI)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	“Adsorción de la diatomita en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018”
	Ficha de Observación de las concentraciones de Cr (VI)

Muestra inicial de Cr (VI)							
N° de Tratamientos			Parámetros fisicoquímicos				Concentración inicial del Cr (VI)
			pH	C.E	O.D	NTU	
T₁	3 gramos	T1R1	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T1R2	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T1R3	6.51	1635	2.91	310	0.201
	5 gramos	T1R1	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T1R2	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T1R3	6.51	1635	2.91	310	0.201
	10 gramos	T1R1	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T1R2	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T1R3	6.51	1635	2.91	310	0.201
T₂	3 gramos	T2R1	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T2R2	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T2R3	6.51	1635	2.91	310	0.201
	5 gramos	T2R1	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T2R2	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T2R3	6.51	1635	2.91	310	0.201
	10 gramos	T2R1	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T2R2	6.51	1635	2.91	310	0.201
		T2R3	6.51	1635	2.91	310	0.201

Fuente: Elaboración propia, 2018

Muestra final de Cr (VI)							
N° de Tratamientos			Parámetros fisicoquímicos				Concentración inicial del Cr (VI)
			pH	C.E	O.D	NTU	
T ₁	3 gramos	T1R1	6.50	1200	4.54	10	0.014
		T1R2	6.60	1209	4.51	11.8	0.013
		T1R3	6.62	1217	4.59	9.2	0.012
	Promedio		6.57	1209	4.55	10.33	0.013
	5 gramos	T1R1	6.63	1119	4.81	9.4	0.015
		T1R2	6.69	1127	4.77	9.39	0.016
		T1R3	6.79	1126	4.89	9.41	0.015
	Promedio		6.70	1124	4.82	9.40	0.015
	10 gramos	T1R1	6.65	1007	4.76	8.4	0.017
		T1R2	6.58	1015	4.86	8.44	0.018
		T1R3	6.72	1011	4.59	8.38	0.019
	Promedio		6.65	1011	4.74	8.41	0.018
T ₂	3 gramos	T2R1	6.59	1310	5.67	1.1	0.026
		T2R2	6.60	1319	5.59	1.3	0.025
		T2R3	6.63	1325	5.98	1.2	0.024
	Promedio		6.61	1318	5.75	1.20	0.025
	5 gramos	T2R1	5.88	1460	5.37	1.2	0.028
		T2R2	5.99	1469	5.11	1.1	0.027
		T2R3	5.59	1452	5.29	1.4	0.026
	Promedio		5.82	1460	5.26	1.23	0.027
	10 gramos	T2R1	4.44	1492	6.44	10	0.029
		T2R2	4.25	1478	6.22	9.56	0.029
		T2R3	4.38	1482	6.39	9.88	0.028
	Promedio		4.36	1484	6.35	9.81	0.029

Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO 3: Validación por los expertos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: Cermeno Castromonte Cecilia
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Revisión de Datos
 1.4 Autor (a) de Instrumento: Alonso Melgarejo Jhonny

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											/		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Lima,del 2015

CECILIA LIBIA
 CERMENO CASTROMONTE
 INGENIERA AGRÓNOMA
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 Reg. CIP. N° 123075

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

1. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: CORTES SANTOS SARA
 1.2 Cargo e Institución donde labora: GERENTE de Ms & C
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE CAMPO
 1.4 Autor (a) de Instrumento: MENDOZA MELGAREJO Jholanny

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										/			


III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación ☒ SI
 - El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85 %

Lima, 07 de julio del 2015


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 TNE SARA CORTES SANTOS
 DNI: 40443440
 REGISTRO GPE 93926

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO TORGE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Nando Jr. Melgarejo Jhonny

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

Si
No

85 %

Lima, del 2015


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 21066613 Telf.: 975550310
Repito cip 43444

Anexo 4: Matriz de Consistencia

ADSORCIÓN DE LA DIATOMITA PARA REDUCIR Cr(VI) EN AGUAS DE REGADÍO, PUENTE PIEDRA 2018

TIPO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE S	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA				
GENERAL	¿Cuál será la adsorción de la diatomita en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018?	Evaluar la adsorción de la diatomita para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra, 2018.	La adsorción de la diatomita mejora la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.	VARIABLE INDEPENDIENTE: (Adsorción de la diatomita natural y modificada con FeCl3)	Es un método en la cual las partículas de una sustancia son atrapadas en una superficie a través de fuerzas físicas Mihelcic (2011)	Se realiza el lavado y secado para la diatomita natural, para la modificación se utiliza FeCl3 0.5M.	Características de la diatomita	pH	7-14				
								Granulometría	180 um				
							Dosis óptima de la diatomita	Color	Munsell Color				
								Bajo	3 g/l				
								Medio	5 g/l				
							Capacidad de adsorción	Alto	10 g/l				
								Peso	gr				
							Rendimiento	%					
ESPECÍFICOS	¿Cuál es la característica de la diatomita que reduce el Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra, 2018?	Determinar las características de la diatomita para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.	La determinación de la característica de la diatomita permite reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.	VARIABLE DEPENDIENTE: (Reducción de cromo (VI) en aguas de regadío.	Capacidad que tienen los adsorbentes para atrapar contaminantes, es necesario utilizar métodos y productos apropiados.	Se compara los resultados iniciales y finales del agua de regadío, se utilizan tablas para verificar las concentraciones del Cr (VI).	Características físicas del agua de regadío	Turbiedad	NTU				
	¿Cuál es la dosis óptima de la diatomita en la reducción de Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra, 2018?	Determinar la dosis óptima de la diatomita para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.	La determinación de la dosis óptima de la diatomita permite reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.					C.E	uS/cm				
								O.D	mg/l				
	¿Cuál es la capacidad de adsorción de la diatomita que reduce el Cr (VI) en aguas de regadío Puente Piedra, 2018?	Determinar la capacidad de adsorción de la diatomita para reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.	La determinación de la capacidad de adsorción de la diatomita permite reducir Cr (VI) en aguas de regadío, Puente Piedra 2018.				Características químicas del agua de regadío	pH	7-14				
	¿Cuál es las características fisicoquímicas del agua de regadío en la reducción de Cr (VI), Puente Piedra 2018?	Determinar las características fisicoquímicas del agua de regadío para reducir Cr (VI), Puente Piedra 2018.	La determinación de las características fisicoquímicas del agua de regadío permite reducir Cr (VI).					Cr (IV) inicial	mg/l				
								Cr (IV) final	mg/l				

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo 5: Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS – QUÍMICOS				
Conductividad	(µS/cm)	2500		5000
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
INORGÁNICOS				
Cromo	mg/L	0,1		1

Fuente: ECA-Agua, 2017

ANEXO 6: Análisis de cromo (VI) de aguas de regadío



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA

SOLICITADO POR : **JHOVANNY MENDOZA MELGAREJO**

Procedencia de muestras : Canal de regadío – Puente Piedra (Inicial)

Recepción de muestras : Lima, 05 de Junio del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRA

Muestra	Cr (mg/L)
Muestra inicial	0.201

Lima, 09 de Junio del 2018



MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE SEIS MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : **JHOVANNY MENDOZA MELGAREJO**

Procedencia de muestras : Canal de regadio – Puente Piedra

Recepción de muestras : Lima, 11 de Junio del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRA

Muestras	Cr (mg/L)	As(mg/L)
T.D. M-01	0.014	0.013
T.D. M-02	0.015	0.015
T.D. M-03	0.017	0.012
T.D. +FeCl ₃ –M-01	0.026	0.014
T.D. +FeCl ₃ –M-02	0.028	0.015
T.D. +FeCl ₃ –M-03	0.029	0.013

Lima, 15 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA

SOLICITADO POR : **JHOVANNY MENDOZA MELGAREJO**


Procedencia de muestras : Canal de regadío – Puente Piedra (Tratamiento 2)

Recepción de muestras : Lima, 11 de Junio del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRA

Muestras de agua	Cr (mg/L)
T.D M01	0.013
T.D M02	0.016
T.D M03	0.018
TD + FeCl ₃ – M01	0.025
TD + FeCl ₃ – M02	0.027
TD + FeCl ₃ – M03	0.029

Lima, 15 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA

SOLICITADO POR : JHOVANNY MENDOZA MELGAREJO

Procedencia de muestras : Canal de regadío – Puente Piedra (Tratamiento 3)

Recepción de muestras : Lima, 11 de Junio del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRA

Muestras de agua	Cr (mg/L)
T.D M01	0.012
T.D M02	0.015
T.D M03	0.019
TD + FeCl ₃ – M01	0.024
TD + FeCl ₃ – M02	0.026
TD + FeCl ₃ – M03	0.028

Lima, 15 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO 7: Análisis de pH, C.E, O.D y Turbidez



Resultados de Análisis fisicoquímicos

INFORME

Tipo de Muestra: Agua de regadío (Muestra inicial)

Tipo de ensayo: Análisis fisicoquímicos


Lugar de análisis: Laboratorio de Fisicoquímica

Fecha de análisis: 05 de junio del 2018

Responsable: Mendoza Melgarejo, Jhovanny

1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos: potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y Turbidez del canal de regadío Las Flores, Puente Piedra.

Parámetro	Unidades	Resultado Inicial
pH	Numérico	6.51
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	1635
Oxígeno Disuelto	mg/l	2.91
Turbidez	NTU	310


ING. SARA TORRES SANTOS
DNO: 40443440
REGISTRO CIP: 93926


.....

Hitler Román Pérez

Encargado de Laboratorio

Resultados de Análisis fisicoquímicos

INFORME

Tipo de Muestra: Agua de regadío (Diatomita natural - Tratamiento T₁)

Tipo de ensayo: Análisis fisicoquímicos


Lugar de análisis: Laboratorio de Fisicoquímica

Fecha de análisis: 11 de junio del 2018

Responsable: Mendoza Melgarejo, Jhovanny

1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos: pH, C.E, O.D y Turbidez

Parámetro	Unidades	Resultados		
		3 gramos	5 gramo	10 gramos
pH	Numérico	6.50	6.63	6.65
		6.60	6.69	6.58
		6.62	6.79	6.72
Conductividad eléctrica	µS/cm	1200	1119	1007
		1209	1127	1015
		1217	1126	1011
Oxígeno Disuelto	mg/l	4.54	4.81	4.76
		4.51	4.77	4.86
		4.59	4.89	4.59
Turbidez	NTU	10	9.4	8.4
		11.8	9.39	8.44
		9.2	9.41	8.38


 Inc. SARA CORTEZ SANTOS
 DNI: 40448440
 REGISTRO CIP: 93926


 Hitler Román Pérez
 Encargado de Laboratorio

Resultados de Análisis fisicoquímicos

INFORME

Tipo de Muestra: Agua de regadío (Diatomita modificada con FeCl_3 –Tratamiento T_2)

Tipo de ensayo: Análisis fisicoquímicos


Lugar de análisis: Laboratorio de Fisicoquímica

Fecha de análisis: 11 de junio del 2018

Responsable: Mendoza Melgarejo, Jhovanny

1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos: pH, C.E, O.D y Turbidez

Parámetro	Unidades	Resultados		
		3 gramos	5 gramo	10 gramos
pH	Numérico	6.59	5.88	4.44
		6.60	5.99	4.25
		6.63	5.59	4.38
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	1310	1460	1492
		1319	1469	1478
		1325	1452	1482
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.67	5.37	6.44
		5.59	5.11	6.22
		5.98	5.29	6.39
Turbidez	NTU	1.1	1.2	10
		1.3	1.1	9.56
		1.2	1.4	9.88


 INC. SAKA CORTEZ SANTOS
 DNI : 4044 8440
 REGISTRO CIP : 93926


 Hitler Román Pérez
 Encargado de Laboratorio

ANEXO 8: Análisis de la característica de la diatomita



Resultados de Análisis fisicoquímicos

INFORME

Tipo de Muestra: Diatomita

Tipo de ensayo: Análisis fisicoquímicos


Lugar de análisis: Laboratorio de Fisicoquímica

Fecha de análisis: 05 de junio del 2018

Responsable: Mendoza Melgarejo, Jhovanny

1. Determinación de las características fisicoquímicas de la diatomita:

Parámetros	Unidades	Diatomita natural	Diatomita modificado con FeCl ₃
PH	Numérico	6.80	7.44
Color	Munsell Color	Blanco	Naranja


ING. SARA CORTES SANTOS
DNI : 40443440
REGISTRO CIP : 93926


Hitler Román Pérez
Encargado de Laboratorio


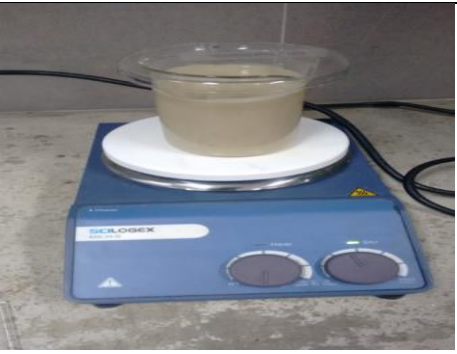
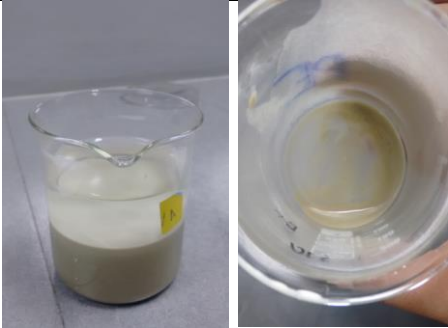


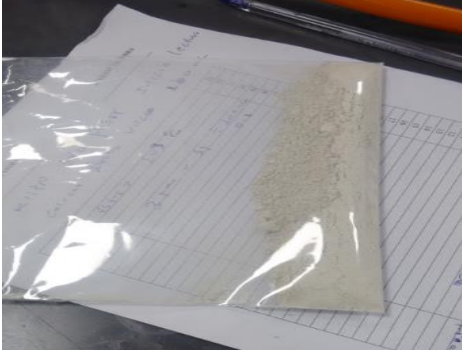
ANEXO 9: Puntos de contaminación

	
<p>Punto 01: Se evidencia que el agua de regadío contiene un color plomo y restos de desperdicios.</p>	<p>Punto 02: Se evidencia restos de basura dentro del canal de regadío.</p>
	
<p>Punto 03: Se evidencia restos de plásticos al costado del canal de regadío.</p>	<p>Punto 04: Se evidencia basura y zona de desmonte en la entrada del canal de regadío.</p>
	
<p>Punto 05: Se evidencia restos de desperdicios afuera del canal de regadío.</p>	<p>Punto 06: Se evidencia basuras y postes botados cerca al canal de regadío.</p>

Anexo 10: Muestreo de la calidad del agua del canal de regadío

	
<p>Punto 01: Zona accesible del canal de regadío.</p>	<p>Punto 02: Lugar del muestreo</p>
	
<p>Punto 03: Se evidencia que el agua se encuentra contaminado</p>	<p>Punto 04: Almacenamiento con botellas herméticas.</p>

Anexo 11: Preparación de la diatomita

	
<p>Paso 01: Triturado de la diatomita (en rocas)</p>	<p>Paso 02: Lavado de la diatomita con ayuda del agitador magnético.</p>
	
<p>Paso 03: Eliminación de impurezas como restos orgánicos.</p>	<p>Paso 04: Secado de la diatomita en una estufa a 50°C por 24 horas.</p>
	
<p>Paso 04: Molido y tamizado de la diatomita</p>	<p>Paso 05: Almacenamiento en bolsas herméticas (270 gramos).</p>

Anexo 12: Modificación de la diatomita con FeCl_3 .

	
<p>Paso 01: Calcinación de la diatomita</p>	<p>Paso 02: Molido de la diatomita calcinada (270 gramos)</p>
	
<p>Paso 03: <u>Preparación del FeCl_3 0.5 M</u>: Se pesó 35.16 mg de FeCl_3, se llevó a un vaso precipitado se homogenizó, luego se llevó a una fiola y se foro a 250 ml.</p>	<p>Paso 04: Se peso 270 gramos de diatomita calcinada, luego con un vaso de precipitado se adiciono 125 ml de FeCl_3, homogenizándolo por 10 minutos.</p>
	
<p>Paso 05: Se llevó a placas Petri para luego ser colocadas en una estufa a 50 °C por 24 horas.</p>	<p>Paso 06: Tamizado y almacenado de la diatomita modificada con FeCl_3 (200 gramos).</p>